

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Perspectivas e Desafios para a  
Implantação das *Smarts Grids*:  
um estudo de caso dos EUA,  
Portugal e Brasil**

Maria Carolina Avelar Fadul Ferreira

Matrícula: 106023617

Orientador: Prof. Helder Queiroz Pinto Jr

JULHO 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Perspectivas e Desafios para a  
Implantação das *Smarts Grids*:  
um estudo de caso dos EUA,  
Portugal e Brasil**

---

Maria Carolina Avelar Fadul Ferreira

Matrícula: 106023617

Orientador: Prof. Helder Queiroz Pinto Jr

JULHO 2010

***As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(a) autor(a)***

Aos meus pais pelo amor, carinho e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Helder Queiroz Pinto Jr, por despertar em mim o interesse pela área de energia, e por me servir de exemplo como pessoa e profissional. Serei sempre grata por todas as oportunidades que você me proporcionou.

Aos demais professores do Grupo de Economia da Energia, os meus agradecimentos pelos ensinamentos e conversas que foram muito importantes para o meu crescimento pessoal e profissional, em especial aos professores Ronaldo Bicalho e Edmar Almeida, com quem pude conviver por mais tempo.

A funcionária Joseane, pelo apoio e carinho muito especiais que recebi durante os dois anos em que estive no grupo e a Daisy pelo apoio e incentivo durante todo este período.

Devo também um agradecimento a todos os professores do Instituto de Economia pelo excelente curso que me foi oferecido.

Finalmente, gostaria de agradecer à minha família – em especial aos meus pais -, ao Lucas e aos meus amigos, pela paciência, apoio e compreensão em todos os momentos, principalmente nos de ausência.

## RESUMO

A indústria elétrica possui características específicas (p.ex: equilíbrio imediato entre oferta e demanda, elevados *sunk costs*, intensa interconexão de redes fixas, importantes economias de escala e escopo etc.) que a torna uma típica indústria de rede. Devido estas especificidades e da importância desta indústria para a sociedade, a necessidade de uma boa regulação no setor é essencial para que o fornecimento de eletricidade seja universal e de qualidade.

O avanço tecnológico desta indústria nos últimos anos tem sido bastante promissor e impõe ao regulador novos desafios. Essa nova tecnologia chamada de *smart grids* promete ser o novo paradigma da indústria elétrica, tornando-a mais eficiente e dinâmica. Uma questão que passa a ser abordada de forma significativa é a interface direta que essa tecnologia tem com o consumidor e que se for bem aproveitada poderá gerar vários benefícios.

A partir deste contexto foi analisado as perspectivas e desafios de implementação desta nova tecnologia, porém o assunto foi abordado de forma mais breve nos estudos dos Estados Unidos e de Portugal e de forma mais aprofundada no Brasil, destacando os diferentes aspectos que configuram cada indústria e portanto os diferentes enfoques dado em cada país.

## **SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES**

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CHP – Combined Heat Power

CPUC - Colorado Public Utilities Commission

DOE – Department of Energy

DSL – Digital Subscriber Line

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

EUA – Estados Unidos da América

EV – Electric Vehicles

FERC – Federal Energy Regulatory Commission

HVAC – Heating Ventilating Air Conditioning

IEA - International Energy Agency

LV – Low Voltage

MME – Ministério de Minas e Energia

MV – Medium Voltage

PHEC – Plug In Hybrid Electric Vehicles

PLC – Power Line Communications

PV – Photovoltaic

TIC - Tecnologia de Informação e Comunicação

WAP – Wireless Application Protocol

# ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I - ESTRUTURA DAS INDÚSTRIAS DE REDE E A NECESSIDADE DA REGULAÇÃO</b>	<b>14</b>
I.1 - Definição e características das Indústrias de Rede	14
I.2- Importância das Economias de Escopo e de Escala	17
I.3 - A essencialidade do segmento de transmissão e a necessidade de regulação	21
<b>CAPÍTULO II - IMPLANTAÇÃO DAS SMARTS GRIDS E O PAPEL DO REGULADOR</b>	<b>25</b>
II.1 - O conceito de <i>Smarts Grids</i>	25
II.2 - Impactos da implementação das <i>smarts grids</i>	27
II.3 - O papel do regulador	33
II.4 - <i>Smart Grids</i> nos EUA	37
II.4.1 – Breve panorama do setor elétrico americano	37
II.4.2 - Decisões tomadas para a implantação das <i>smarts grids</i>	38
II.4.3 - Boulder, Colorado – a cidade <i>smart grid</i>	41
II.4.3.1 - O aumento do custo da rede e a intervenção do regulador	42
II.5 - <i>Smart Grids</i> em Portugal	44
II.5.1 – Breve panorama do setor elétrico português	44
II.5.2 - <i>Smarts Grids</i> e o Consumidor	46
II.5.3 - <i>SMART</i> Portugal 2020	47
II.6 – Lições das experiências pioneiras na implantação das <i>smarts grids</i>	52
<b>CAPÍTULO III - AS PERSPECTIVAS DAS SMARTS GRIDS NO BRASIL</b>	<b>54</b>
III.1 – Breve panorama do setor elétrico brasileiro	54
III.2 - Ações já realizadas ou em andamento para a implantação das <i>Smarts Grids</i> no Brasil	55
III.3 - As <i>Smarts Grids</i> e o regulador	58
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>68</b>



## **ANEXOS**

**ANEXO I** – *Energy Independence and Security Act of 2007*, título XIII -----71

**ANEXO II** – Previsão de investimentos do *The American Reinvestment and Recovery Act* -----72

**ANEXO III** – Pesquisa Experian Canvasse Opinion -----73

**ANEXO IV** – Portaria 440 Criação do Grupo de Estudos -----77

## ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

FIGURA 1.1 – COMPLEXIDADE DOS MECANISMOS DE COORDENAÇÃO -----	24
FIGURA 2.1 – ELEMENTOS ELÉTRICOS -----	27
FIGURA 2.2 – INTERAÇÕES DERIVADAS DAS <i>SMARTS GRIDS</i> -----	29
FIGURA 2.3 – <i>SMART CUSTOMER</i> -----	34
FIGURA 2.4 – BOULDER, COLORADO -----	41
FIGURA 2.5 – RESULTADO PESQUISA EXPERIAN CANVASSE -----	46
FIGURA 2.6 — BEN PORTUGUÊS/ PERDAS DE ENERGIA -----	50
FIGURA 2.7 - TRAJETÓRIAS SETORIAIS -----	51
FIGURA 2.8 – MUDANÇAS NO SETOR ELÉTRICO PORTUGUÊS -----	51
FIGURA 2.9 - IMPACTOS/DEPENDÊNCIA POLÍTICA-----	52
GRÁFICO 1.1 – ECONOMIAS DE ESCALA -----	19
GRÁFICO 1.2 –INEFICIÊNCIAS DO MONOPÓLIO -----	23
GRÁFICO 2.1 – PRODUÇÃO AMERICANA DE ELETRICIDADE POR FONTE -----	38
GRÁFICO 2.2 – INVESTIMENTOS DO <i>RECOVERY ACT</i> NAS <i>SMARTS GRIDS</i> ----	39
GRÁFICO 2.3 - PRODUÇÃO PORTUGUESA DE ELETRICIDADE POR FONTE-----	45
GRÁFICO 3.1 – PRODUÇÃO BRASILEIRA DE ELETRICIDADE POR FONTE -----	54
TABELA 2.1 – ESTÁGIO ATUAL E AVANÇOS DAS REDES -----	30
TABELA 2.2 - MECANISMOS PARA A REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES -----	31
TABELA 3.1 – CLASSIFICAÇÃO DOS MEDIDORES E SUA DISTRIBUIÇÃO -----	61

## INTRODUÇÃO

A indústria elétrica é considerada uma das mais essenciais para a sociedade devido a nossa total dependência deste produto – eletricidade - para a execução das atividades em nosso cotidiano. Os avanços tecnológicos feitos por esta indústria tinham se concentrado até o momento em aproveitar os benefícios de economias de escala e escopo e também no avanço das redes de transmissão com a evolução da transmissão através de correntes contínuas e alternadas. Porém não tinha sido observado nenhum avanço expressivo na direção de implementação de tecnologias de informação como forma de aumentar a eficiência do sistema.

Contudo esta realidade começou a ser modificada nos últimos anos, devidos os avanços em direção de tecnologias que possibilitem uma melhor gestão do sistema e que promova ganhos de eficiência, visto que o principal desafio deste século será conseguir suprir o crescimento da demanda respeitando os limites ambientais que serão impostos. Essa tecnologia chamada de *smart grids* promete ser o novo paradigma da indústria elétrica.

As *smarts grids* são um conjunto de tecnologias que se forem utilizadas de forma adequada com as especificidades e prioridades do país poderão de forma significativa aumentar a eficiência do sistema. A saber, as principais inovações tecnológicas que as *smarts grids* propõem: instalação de medidores inteligentes, que possibilitam a medição em tempo real, utilização de tarifas diferenciadas para períodos de pico e vale como estímulo ao consumidor, aumento expressivo da capacidade de armazenamento de dados, possibilidade de geração a partir de fontes renováveis (principalmente eólica e solar) em pequena escala etc.

Este trabalho visa elucidar as perspectivas e desafios da implementação destas tecnologias respeitando as características de cada sistema. Principalmente os desafios referentes às mudanças que serão impostas aos

reguladores neste novo contexto marcado pelo dinamismo, visto que a estrutura das relações observadas nas redes tradicionais se difere muito dos novos tipos de relação que as *smarts grids* propõem.

As atuais redes têm relações muito mais estáticas e indiretas, a começar pelo consumidor que não possui informações sobre o sistema e não tem nenhuma participação na geração, com as *smarts grids* esse quadro se modifica substancialmente, o consumidor passa a ter um perfil dinâmico, tendo acesso a várias informações, participando das relações diretas inclusive na geração.

Já em relação à operação do sistema, sua confiabilidade e qualidade, as redes atuais possuem mecanismos para esta coordenação muito limitados, diferente da proposta que as *smarts grids* trazem em que a operação do sistema, sua confiabilidade e qualidade são feitos em tempo real, com mecanismos avançados para restaurar qualquer dano que haja na rede, tentando minimizar ao máximo as perdas dos consumidores. A ação das *smarts grids* é pró ativa e não reativa como as atuais.

Pelo exposto é possível perceber que os desafios em reorganizar a estrutura regulatória após esses avanços tecnológicos serão proporcionais as mudanças que esta nova tecnologia propõe, principalmente no que concerne aos novos tipos de relação que serão criados, destacando se a interface direta com o consumidor.

Tendo em vista estes objetivos, o trabalho foi dividido em três capítulos mais uma conclusão. O primeiro capítulo analisa a indústria elétrica como uma indústria de rede, mostrando todas as suas características e as consequências da mesma sobre o regulador. O segundo capítulo explica o conceito de *smarts grids* e as mudanças que a sua implantação vai gerar sobre o sistema; nas duas últimas seções é feito um estudo de caso sobre os EUA e Portugal respectivamente. É importante salientar as razões para a escolha destes países para a realização do estudo; os EUA sendo a maior economia mundial possuem um elevado consumo de energia e os desafios impostos a este país serão grandes principalmente os relacionados a questões ambientais, visto que

a sua matriz energética é predominantemente composta de combustíveis fósseis, além disso a sua dimensão continental torna ainda mais complexo a coordenação dos mecanismos de operação e a elaboração de um plano nacional de prioridades, visto que cada região possui necessidades específicas; já Portugal foi escolhido pois apesar de ser um país tanto economicamente como territorialmente pequeno, tem tido iniciativas interessantes na direção de implementação das *smarts grids*, além disso por ser um país europeu terá que diminuir as suas emissões de CO<sub>2</sub> em 20% em relação ao níveis de 1990, conforme foi acordado pela União Européia, e neste contexto as *smarts grids* se coloca como uma solução tanto na possibilidade de utilizar energias limpas como na melhora da eficiência energética. E finalmente o último capítulo mostra as medidas já realizadas no Brasil em direção a implantação das *smarts grids*, como o regulador terá que agir neste novo ambiente e quais são as lições que o país pode tirar dos casos estudados no capítulo 2.

# **CAPÍTULO I – ESTRUTURA DAS INDÚSTRIAS DE REDE E A NECESSIDADE DA REGULAÇÃO**

Este capítulo visa examinar as principais características de uma indústria de rede, enfatizando principalmente a importância das economias de escopo e escala. Em seguida será feita uma análise da necessidade de regular este tipo de indústria devido às suas especificidades explicadas nas seções anteriores.

## **1.1 – Definição e características das Indústrias de Rede**

É necessário que o conceito de indústria de rede esteja bem definido para que haja uma compreensão das suas características e consequentemente suas implicações econômicas principalmente as relacionadas ao âmbito da regulação.

As indústrias de rede são indústrias que exploram as múltiplas relações entre os agentes econômicos que se encontram em pontos distintos ao longo da rede e que envolve um princípio de organização espacial e territorial. Segundo Dias e Rodrigues (1997) “Entenda-se desde logo, pela expressão “indústria de rede”, o conjunto das indústrias dependentes da implantação de malhas (ou redes, ou ainda *grids*) para o transporte e distribuição ao consumidor dos seus respectivos produtos.”(pag 71)

Portanto as indústrias de rede terão um aspecto de natureza sistêmico oriundo da existência de externalidades – efeito da ação de um agente sobre os demais fora do âmbito das relações de mercado, podendo ser positiva quando o efeito da ação gera benefício para os agentes e negativa quando os efeitos da ação pioram o bem estar dos agentes - , a importância das economias de escala e escopo e finalmente a articulação técnica e econômica existente em torno de três pilares essenciais: i-) infra estrutura propriamente dita; ii-) dos serviços de coordenação de rede e iii-) dos diferentes tipos de serviços finais.

A interconexão das várias etapas do produto que irá constituir a indústria de rede gera grandes benefícios econômicos (que serão explicitados com maior detalhe na seção 1.2), como por exemplo, a redução dos custos fixos devido o ganho das economias de escala.

As principais características da indústria de rede podem ser sintetizadas da seguinte forma, tal como fazem Dias e Rodrigues(1997):

- a) Necessidade de equilíbrio imediato entre oferta e demanda, devido às especificidades do produto como a não estocabilidade (ex: eletricidade é um fluxo)
- b) Necessidade de existência de capacidade ociosa devido a imprevisibilidade da demanda pelo produto.
- c) A grande especificidade dos projetos gera elevados *sunk costs*
- d) Maior dificuldade por parte dos consumidores em mudarem de fornecedor devido à intensa interconexão de redes fixas
- e) Os segmentos de transporte e distribuição são exemplos de monopólios naturais
- f) Possui forte efeito multiplicador em toda a cadeia produtiva, sendo grande demandante de capital e trabalho
- g) Existência de importantes economias de escopo entre os produtores tanto nos períodos de pico (maior demanda) como nos períodos fora do pico (menor demanda)
- h) Existência de importantes economias de escala principalmente nos segmentos caracterizados como monopólio natural

Para aprofundar e explicitar melhor as características acima será utilizada como referência a indústria elétrica, pois o escopo deste trabalho se refere a ela.

A eletricidade por ser um fluxo é um produto não estocável e consequentemente possui os atributos temporais de simultaneidade e instantaneidade, logo invariavelmente a demanda tem que ser igual a oferta, caso ocorra algum desajuste entre essas curvas o sistema não opera. (Pinto Jr e alli, 2007)

É essencial que a capacidade instalada seja superior a demanda média, pois como não é possível prever exatamente qual será a demanda e como dito anteriormente, oferta e demanda têm que ser iguais sempre para o sistema operar é preciso que haja uma capacidade ociosa para que nos períodos de pico, o sistema consiga suprir esta demanda acima da média.

O montante de investimentos necessários para a instalação de uma indústria de rede são bastante volumosos, com longos prazos de maturação e grandes especificidades de ativos o que acaba por caracterizar elevados *sunk cost*, Isso gera uma grande barreira a entrada e saída de agentes no setor.

A dificuldade dos consumidores de mudar de fornecedor dos serviços, no caso o fornecedor de energia elétrica, reside no fato das redes de transmissão e distribuição serem fixas e interconectadas espacialmente e por serem segmentos caracterizados como monopólio natural (vide para explicação seção 1.2). Entretanto em alguns países da Europa os consumidores já conseguem escolher qual o fornecedor que desejam, isto mostra avanços para o rompimento desta barreira espacial da rede.

A implantação de indústrias de rede, por serem geralmente relacionadas a projetos de infra estrutura, possuem um efeito de encadeamento expressivo ao longo de toda economia, pois são grandes geradores de externalidades positivas e demandam elevados investimentos em várias etapas da cadeia produtiva.



## 1.2 – Importância das Economias de Escopo e de Escala

A existência de importantes economias de escopo se deve ao fato de se tentar maximizar a utilização da rede durante todo o período, desta forma se torna geralmente uma firma multi produtora. Quanto maior a diversidade temporal dos consumidores, maior será o ganho de economias de escopo, pois mais contínua e regular será a utilização da capacidade instalada. Como destacado por Joskow (2005) uma firma multi produto possui tecnologia que torna mais econômico produzir dois ou mais produtos dentro da mesma firma do que em firmas separadas. Tecnologias de produção com este atributo são caracterizadas por se beneficiarem de economias de escopo, ou seja, matematicamente teríamos  $C(q_1, q_2) < C(q_1, 0) + C(0, q_2)$ , visto que a função de custo  $C(q_1, q_2)$  é subaditiva pois  $C(\sum q_1^i, \sum q_2^i) = C(\sum q^i) < \sum C(q^i)$ . Joskow ( 2005, pag 11)

Para complementar a explicação acima é útil acrescentar uma conclusão obtida por Ito e Szapiro (2002): “É interessante observar que esta definição de economias de escopo decorre do conceito de subaditividade de custos, o que nos permite concluir que a existência de economias de escopo depende em grande medida das economias de escala.” (pag 61)

É possível identificar três fontes de economias de escopo:

- *Existência de fatores comuns:* esta fonte é observada quando a aquisição de um fator se faz necessária uma única vez, pois uma vez que tenha sido comprado, a utilização do mesmo na produção de outro bem é praticamente gratuita.
- *Existência de reserva de capacidade:* de acordo Ito e Szapiro (2002, pag 62): “[...] ocorre quando um insumo (ou alguns insumos) pode(m) ser compartilhado(s) para produzir vários produtos em função do seu processo produtivo. Se existe

capacidade ociosa<sup>1</sup> na planta instalada para a produção da principal linha de produto, a empresa tem um incentivo para procurar outros produtos que possam utilizar a reserva de capacidade. [...] Vale ressaltar ainda que o entendimento da existência de capacidade ociosa como um tipo de economia de escopo requer o exame das condições de mercado bem como dos custos de produção.”

- *Complementaridades tecnológicas e comerciais:* desta fonte que se obtém as maiores sinergias da produção conjunta dos bens. É possível que a utilização de insumos em comum na produção de bens que apresentam similaridade tanto em termos técnicos como de mercado gere desdobramentos econômicos importantes.

A partir do que foi explicado acima fica mais nítida a importância das economias de escala para a indústria de rede, principalmente nos segmentos caracterizados como monopólio natural, que na indústria elétrica são os segmentos de transmissão e distribuição.

Primeiramente é preciso que a definição de monopólio natural esteja bem clara para que as relações entre o mesmo e economias de escala se tornem evidentes. Segundo Joskow (2005) a ocorrência de um monopólio natural é constatada quando uma **única firma** produz qualquer nível de um produto homogêneo de forma mais barata do que se esta mesma produção fosse feita por duas ou mais firmas, ou seja, matematicamente teríamos  $C(Q) < C(q^1) + C(q^2) + \dots + C(q^k)$ .

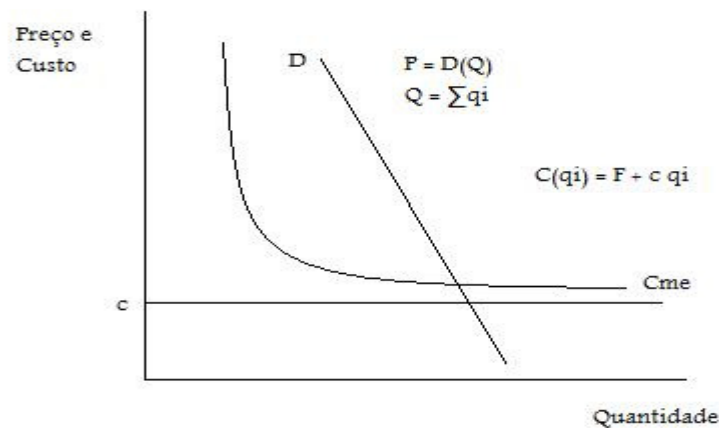
Ainda segundo a análise de Joskow (2005) a ligação existente entre economias de escala e monopólio natural é fundamental. A verificação da

---

<sup>1</sup> A existência de capacidade ociosa pode ocorrer em função do tamanho do mercado ser menor do que a capacidade de produção de uma planta indivisível. Alternativamente, ela pode surgir como resultado da competição imperfeita, onde a maximização de lucros ocorre num nível de produto abaixo da capacidade instalada

existência de economias de escala, ou seja, o custo médio de produção sempre se reduz com a expansão da produção, é condição suficiente para comprovação da existência de monopólio natural em algum segmento.

GRÁFICO 1.1 – ECONOMIAS DE ESCALA



Fonte: Elaboração própria a partir de Regulation of Natural Monopolies, Joskow

No sistema elétrico para que se obtenha economias de escala é importante que haja a reunião de consumidores com perfis temporais semelhantes, para que seja possível sobrepor as demandas no tempo, elevando conseqüentemente a intensidade do fluxo aumentando desta forma a escala de produção e transporte.

Há várias fontes de economias de escala, podemos destacar como as mais importantes:

- *Ganhos de especialização*: quanto maior a quantidade de produto, maior a possibilidade de divisão do trabalho e conseqüentemente maior a especialização dos trabalhadores e das máquinas, acarretando ganhos de produtividade e redução dos custos.
- *Indivisibilidade Técnica*: esta fonte de economia de escala está relacionada com o nível da planta produtiva. Como na maioria dos casos não é possível construir uma planta exatamente do tamanho desejado devido a indivisibilidade dos equipamentos,

isso torna possível que no futuro se faça uma maior utilização da sua capacidade sendo provável encontrar retornos crescentes.

- *Economias Geométricas:* de acordo com Iotty e Szapiro(2002) “Essa fonte diz respeito às propriedades geométricas da unidade processadora. [...] A mais importante fonte de economias de escala no nível da planta específico decorre da expansão do tamanho individual das unidades processadoras. O produto destas unidades tende a ser proporcional ao volume da unidade, enquanto o custo associado à produção é proporcional à área da superfície das unidades processadoras <sup>2</sup>” (pag 57)
- *Economias relacionadas à lei dos grandes números:* de acordo com Iotty e Szapiro(2002):“ Uma outra relevante fonte de economia de escala, que se apresenta ao nível da planta, está associada à lei dos grandes números: quanto maior for o tamanho da planta produtiva, sendo, portanto, maior o número de máquinas utilizadas, menores deverão ser, por exemplo, o *staff* de manutenção e o número de peças de reposição necessário. Ou seja, a equipe e os materiais utilizados para reposição e conserto de peças destinados a manter qualquer nível de atividade produtiva frente à possibilidade de problemas técnicos cresce menos do que proporcionalmente em relação ao número de máquinas em operação.” (pag 58)
- *Economias de aprendizado:* esta fonte está relacionada com a produção acumulada da empresa e o acúmulo de conhecimento que esta adquire quando produz mais, que propicia a ela uma maior eficiência. Portanto empresas que fazem um primeiro

---

<sup>2</sup> Considere  $r$  como sendo o raio da unidade processadora. Desse modo, as economias geométricas podem ser assim traduzidas: o custo de fabricação da unidade aumenta  $r^2$  enquanto o produto dela resultante (volume) aumenta  $r^3$

movimento tende a se beneficiar mais desta fonte do que as demais seguidoras.

### **1.3 – A essencialidade do segmento de transmissão e a necessidade de regulação**

O segmento de transmissão no setor elétrico possui um papel determinante ao ser o responsável pela conexão dos segmentos de geração e distribuição, portanto é nele que se concentram as grandes oportunidades de obtenção das economias de escopo e escala explicadas nas seções anteriores.

Segundo Pinto Jr e alli (2007):

“(...) a reunião de um grande número de consumidores têm impactos favoráveis sobre os custos, através das economias de escala e escopo que se tornam disponíveis a partir dessa reunião. Em primeiro lugar, a operação com volumes mais elevados permite a exploração de economias de escala, e em segundo lugar, a diversidade temporal dos usuários permite a exploração de economias de escopo. Assim, o número maior de usuários resulta em uma maior intensidade do fluxo, por um lado, e em sua maior continuidade e regularidade, por outro, com as economias de escala e escopo se entrelaçando através do tempo.”(pag 139)

Além dos ganhos estritamente econômicos, obtidos através de economias de escala e escopo, a existência de um segmento de transmissão extenso e interconectado aumenta vertiginosamente a confiabilidade do sistema elétrico, pois possibilita um melhor gerenciamento da rede, oferecendo aos operadores do sistema uma maior diversidade de mecanismos de coordenação para suprir a demanda de energia dos consumidores.

Portanto, com a presença de uma rede transmissão ampla, é possível aproveitar bem os potenciais elétricos de um país, pois desta forma não há a preocupação de que a geração precise se concentrar perto dos centros consumidores.

É importante enfatizar que a questão da confiabilidade do sistema elétrico é de extrema importância, visto que o grau de complexidade e incertezas que o caracteriza é alto. Neste contexto o segmento de transmissão adquire uma importância ainda maior, pois a sua abrangência ao aumentar as possibilidades de manobra dos agentes reduz de forma significativa os riscos de interrupção no fornecimento que são extremamente custosos para o atual padrão da sociedade que é totalmente dependente de eletricidade.

Portanto o papel de coordenação desempenhado pelo segmento de transmissão é central para a operacionalidade do sistema, na medida em que a sua existência e abrangência condicionam os mecanismos a serem utilizados para garantir a confiabilidade e o fornecimento contínuo do sistema. Segundo Pinto Jr e alli (2007): “ A coordenação, aqui, não é uma questão de escolha, mas de absoluta essencialidade; na medida em que a sua ausência implicaria a impossibilidade do próprio funcionamento do sistema, devido às grandes dificuldades para a tomada de decisão dos agente, mesmo as de curto prazo.” (pag 148)

A partir do que foi exposto vemos que as indústrias de rede possuem uma estrutura bem peculiar e que conseqüentemente exigem uma atuação do Estado para que estes mercados operem melhor. Segundo Araújo (1997):

“Estes setores têm em comum, no todo ou em parte, algumas características importantes: seus produtos são considerados básicos para a vida econômica e social, nas sociedades modernas; apresentam significativas externalidades em seu funcionamento, ou seja, as transações afetam terceiros ou a própria coletividade; dentro do próprio setor podem existir economias de escala e escopo (“monopólios naturais”), bem como complementaridades que favoreçam a coordenação sobre a competição; tendem a necessitar investimentos importantes, com longos prazos de maturação; e esses investimentos são específicos ao setor, com irreversibilidades (custos irrecuperáveis). Estas características implicam a necessidade de alguma forma de intervenção pública, vale dizer estatal.” (pag 1)

A justificativa tradicional para a regulação é a existência de falhas de mercado. Estas podem ser: informação imperfeita, indivisibilidades, externalidades, colusão ou comportamento não otimizantes dos agentes.

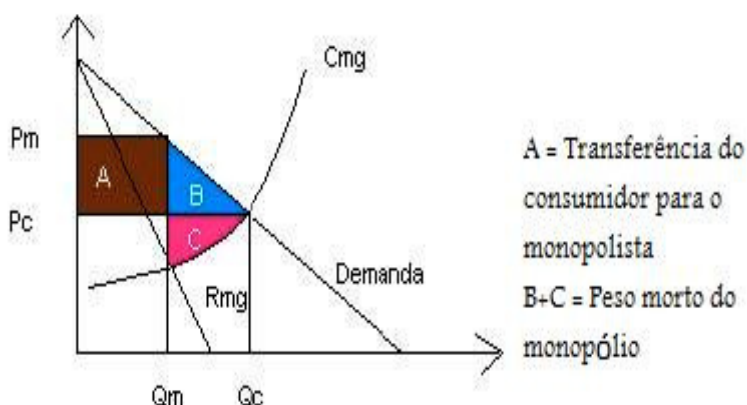
Tal como destacado em Pinto Jr e alli (2007), Farrer (1902) já identificava as condições necessárias para a caracterização de uma indústria em regime de monopólio natural:

- a) Vender um produto essencial
- b) Vender um produto de difícil estocagem
- c) Beneficiar-se de economias de escala
- d) Obrigação do fornecimento

O setor elétrico possui todas as condições listadas por Farrer para se caracterizar como uma indústria em regime de monopólio natural, principalmente nos segmentos de transmissão e distribuição.

Pelo gráfico a seguir, ficam claras as ineficiências do monopólio, ao cobrar um preço acima do custo marginal, produzir uma quantidade inferior a que seria produzida em caso de concorrência e que conseqüentemente diminui o excedente do consumidor.

GRÁFICO 1.2 - INEFICIÊNCIAS DO MONOPÓLIO



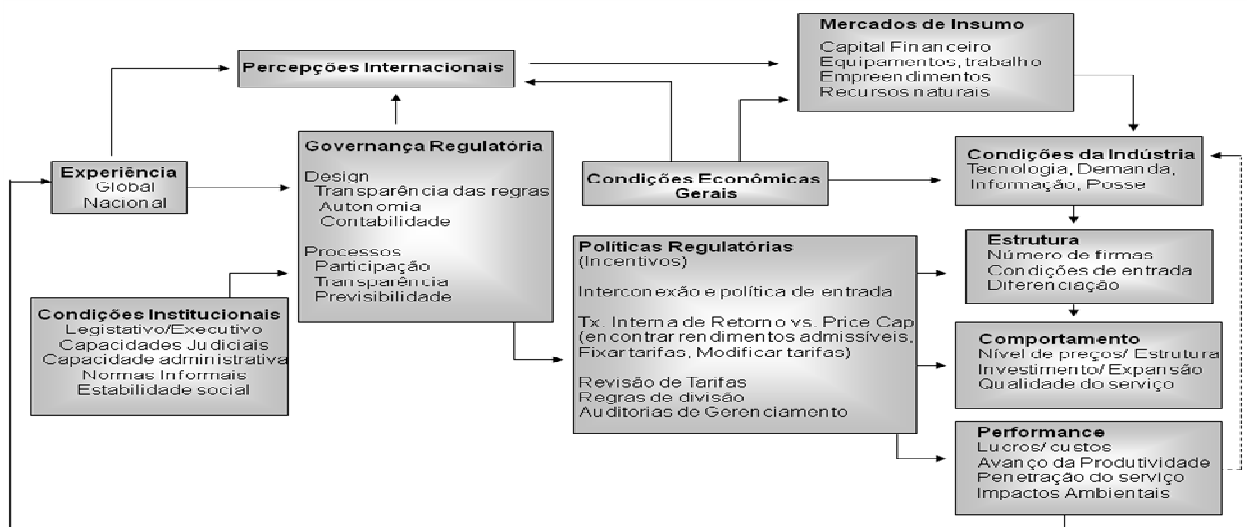
Fonte: Pinto Jr e alli (2007)

Portanto o regulador possui importantes funções neste contexto caracterizado por presença, em certos segmentos, de monopólio natural. Podemos listar como funções principais: i-) garantir o pleno funcionamento do serviço, visto que por ser um serviço público há a obrigatoriedade do fornecimento; ii-) coibir o comportamento monopolista em segmentos que permitem a competição, como por exemplo a geração; iii-) zelar pela qualidade do produto; iv-) impedir discriminações injustas; v-) estimular a maior eficiência do sistema e seu progresso técnico.

Para a realização destas funções o regulador possui uma gama de instrumentos que viabilizam a sua atuação: i-) controle de preços, que é na prática o instrumento mais utilizado para limitar os lucros; ii-) controle de quantidades; iii-) controle de entrada e saída; iv-) controle da qualidade; v-) controle de investimentos.

As regras e instrumentos para uma boa regulação listados acima na realidade têm encontrado empecilhos para que funcionem como a teoria prevê. A complexidade de conciliar os objetivos da regulação com os instrumentos que ela possui, aliado as falhas de mercado existentes tem tornado o estudo da regulação um complicado emaranhado de teorias, com diferentes enfoques. A figura a seguir ilustra as principais questões que precisam ser consideradas para o surgimento de um arcabouço regulatório e que dificultam a criação de um modelo ideal e padronizado de regulação.

FIGURA 1.1 – COMPLEXIDADE DOS MECANISMOS DE COORDENAÇÃO



Fonte BERG, 2001



## **CAPÍTULO II - IMPLANTAÇÃO DAS *SMARTS GRIDS* E O PAPEL DO REGULADOR**

Este capítulo tem como objetivo analisar as mudanças que as *smarts grids* irão provocar no sistema elétrico e as consequências sobre o papel do regulador. Nas últimas seções iremos mostrar os avanços dos EUA e de países europeus na implantação destas redes inteligentes.

### **2.1 – O conceito de *Smart Grid***

O conceito de *smart grid* alcançou o atual estágio de amadurecimento, pois as iniciativas de sua concepção começaram a ser feitas na década de noventa. Era necessário que houvesse uma reestruturação das redes de forma que estas se adaptassem a um novo patamar de desenvolvimento. Segundo Boccuzzi e Mello (2009), a nova geração de redes tem como objetivo:

“(i) Manter a confiabilidade e os serviços ao cliente além de aumentar a flexibilidade operativa - as redes foram concebidas em um mundo analógico e hoje vivemos em uma sociedade digital enormemente dependente dos serviços; (ii) Aumentar a utilização dos ativos, evitando, reduzindo e postergando investimentos – a reserva de capacidade requerida atualmente, para garantir minimamente uma confiabilidade inadequada impacta as tarifas e impedem a rápida expansão dos serviços em áreas urbanas congestionadas; (iii) Reduzir os congestionamentos nas estruturas (postes ou subterrâneo) – o adensamento cada vez maior das cidades reduz drasticamente o espaço disponível para os serviços públicos, aumentando sobremaneira as dificuldades de implantação e de operação e manutenção; (iv) Permitir o acesso do consumidor final ao mercado, utilizando novas tecnologias – para viabilizar a liberação do mercado no varejo, através de tarifas que espelhem de forma mais apropriada os custos de energia e que possam ser administradas pelos consumidores comuns de modo simples, pelo uso de tecnologias emergentes[...]”. (pag 6)

O conceito de *Smart Grid* busca incorporar um vasto conjunto de tecnologias de sensoriamento, monitoramento, tecnologia da informação e telecomunicações para que a rede opere com um desempenho melhor, visto que será possível identificar antecipadamente suas falhas e com isso a sua capacidade de se auto-recompôr diante das ocorrências que afetem seu desempenho serão praticamente instantâneas.

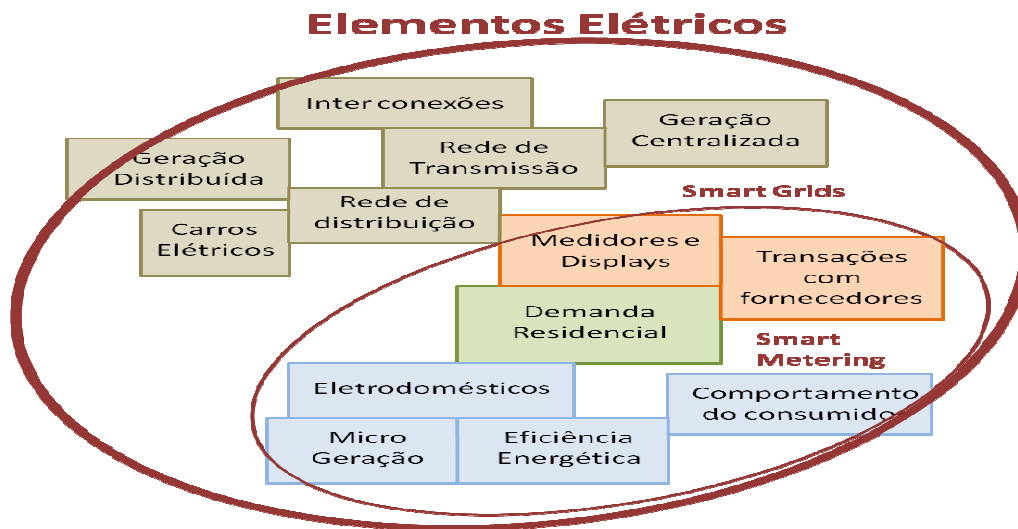
Neste trabalho iremos utilizar a definição da IEA (2010) de smart grid:

“Uma smart grid é uma rede de eletricidade que usa tecnologia digital para monitorar e gerenciar o transporte de eletricidade a partir de todas as fontes de geração encontrando uma variedade de demandas e usuários. Essas redes estarão aptas a coordenar as necessidades e capacidades de todos os geradores, operadores, usuários finais e stakeholders do mercado de eletricidade de forma a otimizar a utilização e operação dos ativos no processo, minimizando os custos e impactos ambientais enquanto mantêm a confiabilidade, resiliência e estabilidade do sistema.” (tradução própria)

É importante enfatizar a diferença existente entre *smart metering* e *smart grid*. *Smart grid* é um conjunto de tecnologias e soluções muito mais abrangente que o *smart metering*. Apesar de muitas empresas estarem focalizando seus esforços na implantação de *smart metering* é preciso ressaltar que o *smart metering* não fornece uma *smart grid*. Entretanto é possível que haja uma rede mais inteligente de eletricidade (transmissão e distribuição) sem o *smart metering*.

A figura 2.1 deixa claro o espaço ocupado pela tecnologia de *smart metering* e a sua interseção com as *smart grids*, que é um conceito mais amplo. O *smart metering* concentra seus esforços nos aspectos relacionados principalmente com o consumidor e as mudanças no seu comportamento que pode aumentar consideravelmente a eficiência energética, já as *smart grids* abrangem os aspectos de natureza sistêmica do setor, como a sua rede de transmissão e distribuição, enfatizando as interconexões destas relações.

FIGURA 2.1 – ELEMENTOS ELÉTRICOS



Fonte: Elaboração própria a partir de Smart Grids and smart regulation help implement climate change objectives, CEER

Portanto, a busca pela maior eficiência das redes será fundamental neste século, pois será um grande desafio conseguir equacionar o crescimento acelerado da demanda com novas fontes de energia limpa e, além disso, aumentar a confiabilidade do sistema de transmissão e distribuição de energia. Neste contexto as smart grids aparecem como a grande solução para os novos desafios a serem enfrentados.

## 2.2 – Impactos da implementação das *smart grids*

As *smart grids* prometem ser o novo paradigma para a indústria elétrica, principalmente devido a sua interface estreita com o consumidor. Quando sua implantação for realmente efetiva, novos hábitos serão incorporados ao cotidiano da população.

As mudanças podem ser sintetizadas da seguinte maneira:

- a) Controle dos sistemas em tempo real;
- b) Melhora expressiva da eficiência energética;
- c) Gerenciamento da demanda;

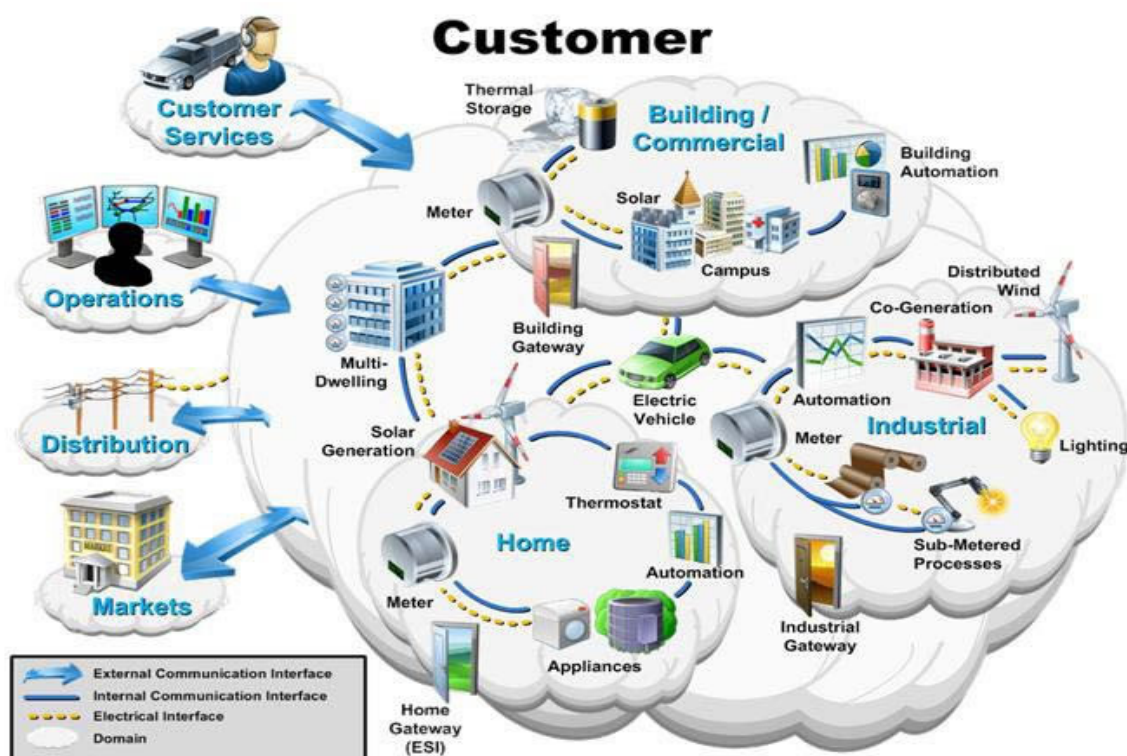
- d) Uso de geração renovável, principalmente solar ou eólica, em pequena escala;
- e) Sensores, controladores e atuadores de última geração que irão possibilitar um processamento de dados muito maior;
- f) Capacidade de armazenar energia;
- g) Chaveamento eletrônico de potência;
- h) Implantação de tarifas inteligentes devido a interface com o consumidor;
- i) Uso Otimizado dos ativos com menores investimentos em longo prazo;
- j) Redução de emissões e menor impacto ambiental

A partir da observação da figura 2.2, pode se concluir como as *smarts grids* vão dinamizar o sistema, através de três interfaces principais a saber: interface de comunicação externa, interface de comunicação interna e interface elétrica. Essas interfaces estão direta e indiretamente interconectadas a um domínio maior que é a própria constituição das *smarts grids*. Por esta figura esquemática verificamos o dinamismo das relações entre os agentes e a maior eficácia do sistema, devido à possibilidade de incorporar novas soluções como: geração de eletricidade de fontes renováveis, instalação de medidores inteligentes, a inserção do carro elétrico, automação dos controles etc.

Boccuzzi e Mello (2009) conseguem de forma sucinta organizar as mudanças que as *smarts grids* irão provocar no setor:

“Nesse novo paradigma, haverá espaço cada vez maior para a geração distribuída em pequena escala, voltada ao consumo local e ao fornecimento do excedente à rede de distribuição. Esses novos consumidores, que também produzem energia, são chamados “prosumers”. Ao mesmo tempo, a automação dos sistemas elétricos dos usuários possibilitará o gerenciamento do consumo, evitando desperdícios e otimizando o sistema de suprimento.”(pag 1)

FIGURA 2.2 – INTERAÇÕES DERIVADAS DAS SMARTS GRIDS



Fonte: International Electrotechnical Commission, New Zealand

A tabela 2.1 corrobora e sintetiza as relações expostas na figura 2.2, através dela identificamos que o estágio atual das redes se mostra defasado para o gerenciamento com qualidade de todas as demandas dos agentes sendo estas limitações um fator preponderante para a diminuição da confiabilidade do sistema. Espera-se que com a implantação destas novas tecnologias o sistema elétrico ganhe o dinamismo que a era digital já impôs a outras indústrias e que ainda não foi observado de forma persistente na indústria elétrica.

Podemos destacar também a partir da tabela 2.1 que o aumento da informação e transparência dos processos irá gerar um novo papel para os consumidores e reguladores, que terão instrumentos mais concisos para atuarem no setor.

TABELA 2.1 – ESTÁGIO ATUAL E AVANÇOS DAS REDES

Estágio Atual		Estágio Pós Mudanças
Analógico/ Eletromecânico		Digital/ Microprocessadores
Geração Centralizada		Geração Descentralizada
Reativo(propício a falhas e blackouts)		Prá ativo
Manual (restauração em campo)		Semi automático, automático(auto restauração)
Preço único		Preços em tempo reais
Limitação das escolhas do consumidor		Produtos múltiplos para o consumidor
Comunicação única		Comunicação integrada e múltipla
Poucos sensores		Muitos monitores e sensores
Transparência limitada com consumidores e reguladores		Ampla transparência com consumidores e regulador
Controle limitado sobre fluxos de energia		Forte controle de sistemas
Confiança estimada		Confiança preditiva

Fonte: Accelerating Smart Grid Investments, World Economic Forum 2009

O potencial de ganho de eficiência com a implantação das redes inteligentes é imenso e no novo contexto mundial em que os recursos energéticos precisam ser mais eficientes para comportar o crescimento da demanda, dados dos DOE (2008) reafirmam as expectativas sobre este novo paradigma que serão as *Smarts Grids*:

*“If the grid were just 5% more efficient, the energy savings would equate to permanently eliminating the fuel and greenhouse gas emission from 53 million cars. Consider this, too: If every American household replaced just one incandescent bulb (Edison’s pride and joy) with a compact fuorescent bulb, the country would conserve enough energy to light 3 million homes and save more than \$600 million annually. Clearly, there are terrific opportunities for improvement.”( pag 11)*

A questão ambiental neste século será de extrema importância, principalmente no que concerne a redução da emissão de gases estufas. Os mecanismos propostos pelas *smarts grids* serão de grande relevância para que as metas de redução consigam ser alcançadas. A tabela 2.2 elaborada pela IEA (2010), mostra como as *smarts grids* poderão contribuir para a redução dos gases estufas e quais mecanismos serão utilizados para isto:

TABELA 2.2 – MECANISMOS PARA A REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES

Redução de emissão de gases estufas	Mecanismos
Melhora da eficiência do usuário final	Melhoria nas informações e no feedback com o consumidor vai gerar redução no consumo de energia
Melhoria na qualidade da eficiência	Melhora nos sistema de aquecimento, ventilação e de ar condicionado das construções, do sistema de iluminação etc
Melhora na utilização das plantas de geração	Resposta da demanda a partir da implantação de preços dinâmicos e redução da carga
Transportes limpos	Carros elétricos e híbridos
Aumento da eficiência da rede	Através do avanço no controle da voltagem e da otimização da rede
Integração na distribuição de energias renováveis	Facilitado pelos fluxos bidirecionais e pelo controle das redes de média e baixa
Integração em larga escala de energias renováveis	Acomodando a variabilidade da produção renovável através do armazenamento e resposta à demanda

Fonte: Elaboração própria a partir de IEA, Energy Efficiency, Electricity Demand and Smart Grids

Ainda segundo dados do DOE (2009):

“Como inúmeros estudos indicam, os benefícios financeiros para a sociedade com a adoção das *smarts grids* se mostram reais, duradouros e fundamentais e fluirão para todas as partes envolvidas.

- Em 20 anos, poderão ser economizados de 46 a 117 bilhões de dólares, visto que não serão necessárias as construções de plantas de geração, linhas de transmissão e subestações
- O aumento da eficiência energética, a utilização de energias renováveis e a geração distribuída podem economizar cerca de 36 bilhões de dólares anualmente até 2025
- A geração distribuída pode reduzir significativamente os custos de congestionamento de transmissão, atualmente estimado em 4.8 bilhões de dólares anualmente.
- Os aparelhos inteligentes tem custo estimado em 600 milhões de dólares que pode fornecer através de ganhos de eficiência uma reserva na capacidade das redes equivalente a uma planta de geração que custe 6 bilhões de dólares.” (tradução própria)

É importante ressaltar que as maiores barreiras tecnológicas para que as *smarts grids* se tornem uma realidade a curto e médio prazos já foram praticamente vencidas (Boccuzzi e Mello, 2009). Entretanto a necessidade de coordenação de mecanismos para a sua viabilização exigirá um esforço de todos os agentes envolvidos nessa transformação, ou seja, consumidores, empresas de eletricidade e as autoridades responsáveis pelo funcionamento do sistema.

Uma questão central para a implantação difundida das *smarts grids* será a necessidade de padronização dos equipamentos e consequentemente a sua viabilização econômica, visto que após a padronização a produção em escala irá reduzir de forma significativa os custos de produção e instalação dos mesmos.

Portanto é possível sintetizar os principais desafios a serem superados para a implantação das *smarts grids* da seguinte forma:

- a) A instalação generalizada de Medidores Inteligentes, para que o desperdício e furto de energia acabem;
- b) Uso de Comunicações Bi-direcionais, visto que esta comunicação possibilitará o conhecimento em tempo real das condições de fios, cabos, transformadores e até o consumo de dispositivos específicos instalados em qualquer ambiente, permitindo seu controle (ligar ou desligar), pois os consumidores saberão qual é a tarifa daquele horário e poderão optar pela utilização do equipamento em horário de menor demanda em que as tarifas serão mais baixas.
- c) Implantação de um Portal do Consumidor, com aplicativos operacionais e de serviços, por onde os clientes possam interagir, este tipo de interface com o consumidor será de grande importância para que as *smarts grids* sejam bem sucedidas;
- d) Implantação de Programas de Gerenciamento de Demanda;



- e) A Habilitação da Rede Interna dos Clientes (*Home Area Network*), o acesso dos consumidores aos dados em suas próprias residências facilitará muito a operação das redes;
- f) Automatização e Controle das Redes de Distribuição;
- g) Uso de Eletrônica de Potência nas Redes de Distribuição;
- h) Gerenciamento das Medições em Tempo Real, inclusive dos aparelhos internos dos clientes.

## 2.3 – O papel do regulador

A atuação do regulador terá um papel fundamental neste novo paradigma que as *smarts grids* prometem ser tanto em relação à qualidade destas novas redes e seus serviços como a sua implantação e difusão.

O debate regulatório será sobre a especificação de seu desempenho mais adequado e a forma de cobertura dos novos investimentos dedicados a modernização da rede de distribuição. Portanto o grande desafio para o regulador será encontrar a maneira ideal de encorajar o nível adequado de inovações mantendo protegidos os interesses dos consumidores e a viabilidade econômica dos projetos.

As *smarts grids* se mostram como uma opção inovadora no sistema elétrico e que está perfeitamente de acordo com os pilares da boa regulação, o que fica evidente por esta passagem de documento do DOE (2008):

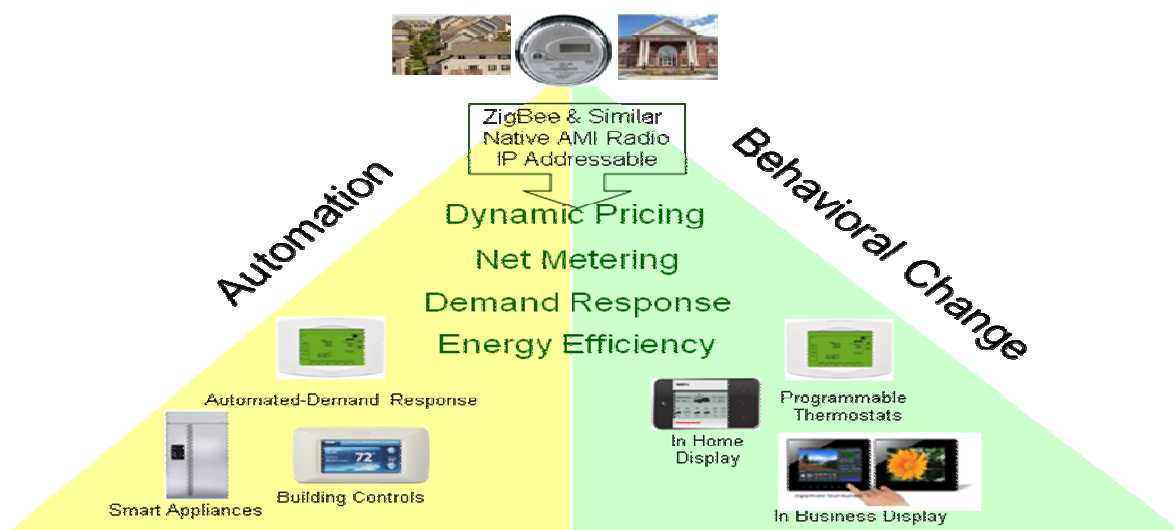
*“Broadly stated, the four objectives of rate-making policy, memorialized in the Regulatory Compact, are to minimize the cost of electricity to consumers; maintain the financial integrity of the utility; minimize future costs; and balance social and environmental concerns. Clearly, the adoption of the Smart Grid is wholly consistent with these objectives.”(pag 6)*

É fundamental destacar que a aproximação com o consumidor que as *Smarts Grids* propõem irá gerar efeitos expressivos sobre a regulação, pois este deixará de ser um agente passivo, a margem do sistema para ter um papel central na gestão eficiente desta nova rede totalmente dinâmica.

O consumidor passa a ser a figura central de toda a eficiência da rede e a regulação terá que analisar quais as medidas que deverá tomar para que o consumidor mude o seu padrão de consumo e se insira neste novo contexto marcado pela interação instantânea entre as redes e o cliente.

Temos, portanto uma nova configuração que pode ser descrita da seguinte maneira: **Smart Grids + Smart Metering + Smart Pricing = Smart Customer**. Entretanto para essa transformação ser concretizada é necessário a conclusão de duas etapas: a primeira é a automação dos aparelhos e a segunda seriam as mudanças no comportamento dos consumidores.

FIGURA 2.3 – SMART CUSTOMER



Fonte: IEA, Energy Efficiency, Electricity Demand and Smart Grids

O regulador passa a assumir neste contexto marcado pela existência de um novo tipo de consumidor - o *smart customer* - uma posição de destaque ao

ser o agente responsável pela criação das regras que estimulará a implantação das novas tecnologias e como estas serão oferecidas ao consumidor.

Um desafio a mais para o regulador será a conciliação de diferentes objetivos, pois cada local ao implantar sua *Smart Grid* está focalizando suas prioridades. Portanto é mais complexo e difícil criar um modelo único que consiga ser replicado em todos os locais que implantarem estas redes. Isso fica evidente em uma passagem de uma reportagem da revista *The Economist*(2009):

*“In some places, such as New York City, the focus will be on making the grid more reliable, to avoid blackouts such as that of 2003. Islands and self contained cities, such as Malta e Singapore, will invest more upgrading distribution, to cope better with renewables and electric cars. In areas with high-tech clusters, such as Silicon Valley, the quality of power is a priority, because of the damage voltage surges and brief interruptions can cause.”*

Portanto o regulador terá que auxiliar as companhias a identificar e priorizar uma solução específica das *smarts grids* que irá viabilizar o uso mais eficiente da rede e que vá ao encontro das necessidades dos consumidores. Para isto o regulador deverá ter claramente definido um critério de seleção para a escolha do projeto que seja mais adequado para a situação em questão dentre os inúmeros projetos que as companhias podem apresentar agilizando desta forma o processo de implementação destas tecnologias.

Muitos defendem que para o maior êxito da implantação das *Smarts Grids* seria recomendável a implantação de um plano piloto, para que desta forma seja possível detectar as falhas antes de todo o arcabouço regulatório estar pronto. Outros já crêem que um plano piloto sempre será insuficiente na questão de agregar as variáveis-chaves a serem analisadas pelo regulador.

Outra questão de extrema relevância é a provável interação que será necessária entre os órgãos reguladores de energia com o de telecomunicações devido à relação estreita e dependente que as *Smarts Grids* têm com a tecnologia de informação e as telecomunicações. Será preciso que haja um

consenso de quais medidas devam ser tomadas para que o mercado opere da melhor maneira.

Há questões que serão essenciais que o regulador analise e defina de forma clara, para que os objetivos das *smarts grids* sejam alcançados:

- a) Manejo da demanda: com estímulo a consumo nos horários de vale e desestímulo em horários de pico
- b) Fixação de preços e tarifas mais flexíveis e dinâmicas: especialistas crêem que esta será a parte mais importante do estímulo aos consumidores, entretanto é importante que as tarifas e preços tenham certas características; Segundo Faruqi and Hledik (2009) para que as tarifas dinâmicas sejam bem sucedidas elas terão que ter certos princípios em sua formulação como:
  - Neutralidade das receitas: cada taxa do preços dinâmicos devem ter a receita neutra
  - Períodos de pico de curta duração: o período de pico ou os períodos críticos devem ser mantidos com a menor duração possível
  - Forte sinal de preços: a taxa deve transmitir ao cliente um forte sinal de sinalização dos preços
  - As taxas devem refletir o custo do sistema: quando se tem um forte sinal de preços é importante que a taxa reflita o custo de fornecimento de energia ao cliente
  - Oportunidades significativas de redução nas contas pagas de energia: os consumidores são menos propensos a se inscreverem em programas de tarifas dinâmicas quando não vêem uma oportunidade significativa de reduzir seus custos.
  - Simplicidade: as taxas devem ser simples para serem compreendidas pelos consumidores.
- c) Garantia de investimentos: os investimentos para a implantação das *smarts grids* são imensos e de longo prazo de maturação, portanto é preciso que se criem mecanismos de financiamento e garantia destes investimentos e com certeza a atuação do regulador e do Estado de forma geral serão imprescindíveis. Segundo a IEA serão necessários 16 trilhões de dólares em investimentos globais no setor de energia no período de 2003 –

2030. Já a estimativa para o custo de conversão e modernização da rede nos Estados Unidos numa rede inteligente varie de US\$ 100 bilhões a US\$ 165 bilhões, no prazo de 20 anos e na União Européia, as necessidades de investimento serão na ordem de US\$ 750 bilhões em 30 anos para reestruturar a infra-estrutura elétrica, sendo que metade dos recursos serão destinados para a transmissão e distribuição.

- d) Estímulo a entrada de novos agentes
- e) Estímulo a novas fontes de energia
- f) O novo tipo de interação entre os agentes do sistema

## **2.4 – *Smarts Grids* nos EUA**

O objetivo desta seção é mostrar o panorama do atual sistema elétrico americano e quais as medidas que estão sendo tomadas para a implantação das *smarts grids* no país. Na última seção mostraremos o projeto piloto da cidade de Boulder no Colorado que já está com a tecnologia de *smart grids* instalada.

### **2.4.1 – Breve panorama do setor elétrico americano**

A matriz elétrica americana é predominantemente composta por carvão, um combustível extremamente poluente e que tenderá a ter sua participação reduzida, caso haja a implantação de políticas que estimulem esta redução devido às implicações ambientais do seu uso.

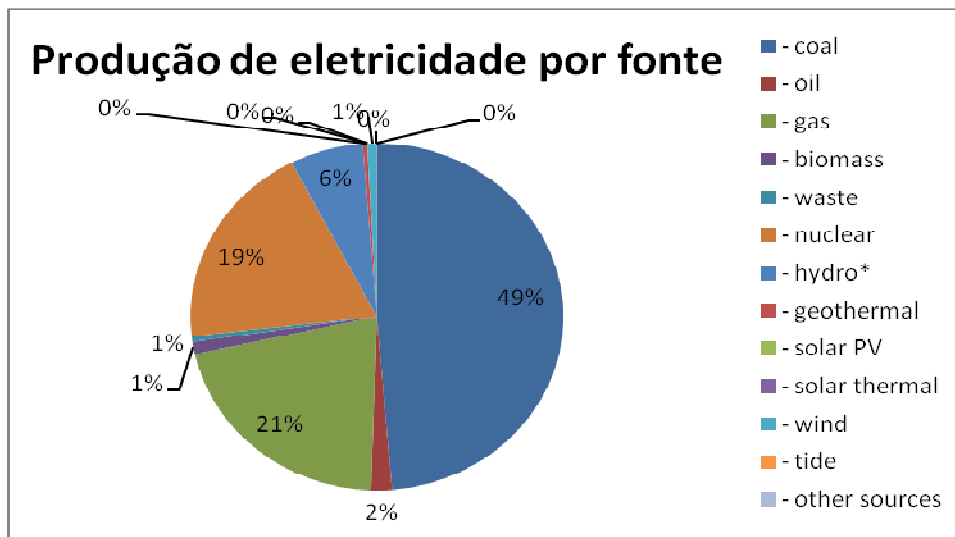
Dados de 2007 da IEA<sup>3</sup>, indicam que a emissão dos EUA é de 5, 769.31 Mt de CO<sub>2</sub> para uma população com cerca de 302 milhões de habitantes gerando portanto um indicador per capita, ou seja, t CO<sub>2</sub>/capita, na ordem de

---

<sup>3</sup> Utilizaremos os dados da IEA(2007) para a elaboração de todos os gráficos de “produção de eletricidade por fonte” nos casos estudados para manter a mesma base de comparação.

19. É impossível manter um crescimento sustentável para o planeta com estas taxas de emissão

GRÁFICO 2.1 – PRODUÇÃO AMERICANA DE ELETRICIDADE POR FONTE



Fonte: IEA, Statistics 2007

O governo americano está se conscientizando da real necessidade de mudança na sua matriz energética. Neste contexto as *smarts grids* irão assumir um papel importante, visto que elas propõem um grande incentivo para a geração de energia através de fontes renováveis e limpas e também buscam um aumento significativo da eficiência energética.

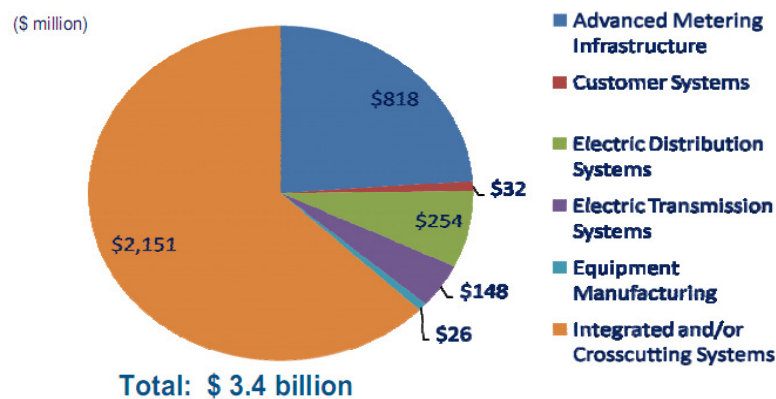
#### 2.4.2 - Decisões tomadas para a implantação das *smarts grids*

Em 2007, os EUA publicaram um documento intitulado de "*Energy Independence and Security Act of 2007*", o título XIII (ver anexo I) pode ser considerado uma preparação para o *The American Reinvestment and Recovery Act*, (ver anexo II) que foi publicado em 2009.

É possível identificar a partir do *Energy Independence and Security Act of 2007* a preocupação do Estado na modernização do setor de eletricidade através das tecnologias das redes inteligentes que possibilitam um ganho de eficiência muito expressivo, isto se mostra bem explícito na elaboração do texto.

Já o “*The American Reinvestment and Recovery Act*” prevê investimentos vultosos na área de infra estrutura, destaque para o setor de energia. Serão inicialmente cerca de 3.4 bilhões de dólares para o desenvolvimento e implantação de tecnologias que aumente a eficiência e confiabilidade do sistema, as chamadas tecnologias de *smart grids*.

GRÁFICO 2.2 – INVESTIMENTOS DO *RECOVERY ACT* NAS *SMARTS GRIDS*



Fonte: DOE

O governo Obama tem se mostrado bastante disposto a contribuir para projetos que visem um aumento da eficiência energética aliado a fontes alternativas de energia, pois a tendência mundial caminha nesta direção. Um exemplo disto é o discurso realizado por ele no dia 10 de junho deste ano:

*“Each of us has a part to play in a new future that will benefit all of us. As we recover from this recession, the transition to clean energy has the potential to grow our economy and create millions of jobs — but only if we accelerate that transition. Only if we seize the moment. And only if we rally together and act as one nation — workers and entrepreneurs; scientists and citizens; the public and private sectors” (Barack Obama)*

Abaixo algumas das principais medidas executadas para que os objetivos de aumentar a eficiência energética, promover novas fontes de energia renováveis e de redução das emissões de CO<sub>2</sub> sejam alcançados:

- O Recovery Act Investments, prevê vultosos recursos, cerca de 80 bilhões de dólares, na geração a partir de fonte renováveis, expansão das indústrias que trabalham com tecnologias limpas, criação de uma

rede maior, mais eficiente e que crie de forma sustentável novos empregos

- A administração federal estabeleceu normas mais rigorosas de eficiência energética para aparelhos residenciais e comerciais, incluindo microondas, fogões de cozinha, máquinas de lavar louça, lâmpadas e outros aparelhos comuns
- O Presidente Obama assinou uma ordem executiva sobre a Sustentabilidade Federal, comprometendo o Governo Federal a dar o exemplo e reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em 28% até 2020, aumentar a eficiência energética e reduzir o consumo de petróleo da frota
- Em maio de 2009, o Presidente Obama anunciou o primeiro conjunto de padronização para a emissão de gases permitidos para carros e pequenos caminhões. Em maio de 2010 foi anunciado o padrão de emissão permitido para os caminhões de médio e grande porte
- A modernização da indústria elétrica será essencial para fornecer aos consumidores as informações sobre o seu gasto de energia (e desta forma incitar modificações no seu padrão de consumo), para a promoção de inovações que possibilitem a redução de custos e para o desenvolvimento de padrões nacionais que mensurem a qualidade do serviço prestado ao consumidor.

A próxima seção trataremos de um caso particular de iniciativa na direção da implementação das redes inteligentes, utilizamos este critério de analisar um caso particular devido à peculiaridade do sistema elétrico americano que é descentralizado, tendo vários sistemas estaduais independentes com diferentes modos de organização industrial. É importante salientar que esta característica dificulta a implantação de uma política nacional e da estruturação de um arcabouço regulatório único.

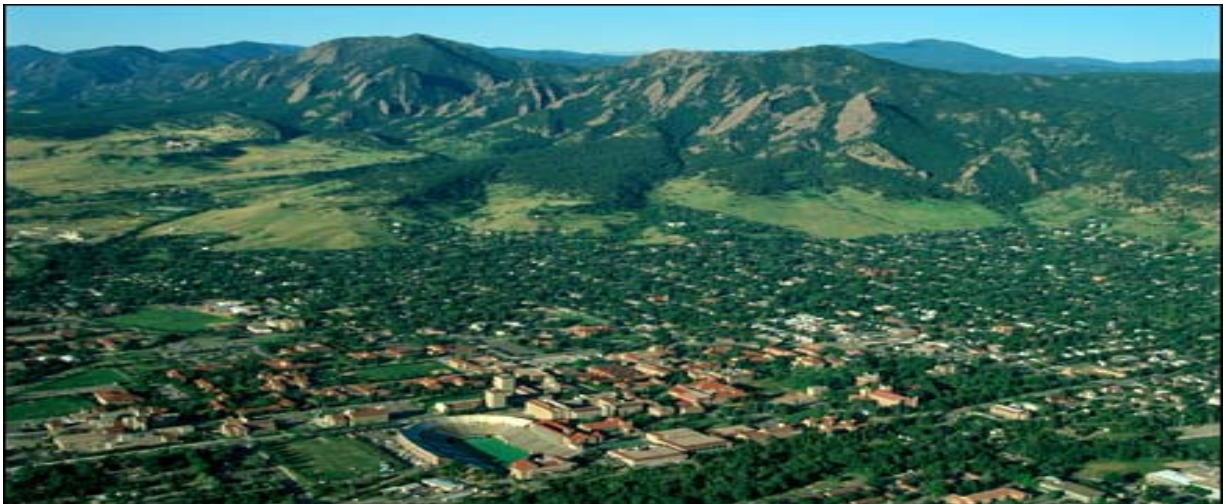


### 2.4.3 – Boulder, Colorado – a cidade smart grid

A cidade de Boulder no Colorado, foi escolhida devido seu tamanho, sua rede de infra estrutura e sua proximidade com instituições como a Universidade do Colorado, em março de 2008 como a sede do projeto desenvolvido pela estatal Xcel Energy para se tornar a primeira cidade do mundo com a tecnologia das *smarts grids* realmente implantadas. Para a implantação do projeto foi necessário a instalação de mais de 15000 medidores inteligentes e a colocação de mais de 100 milhas de cabo de fibra ótica.

A rede inteligente permite que a Xcel leia os medidores em Boulder remotamente, redirecione o fluxo de potência para desviar de linhas com defeito e detecte os desligamentos de energia sem que haja a necessidade das pessoas entrarem em contato com a empresa. Com a implantação do software Ventyx foi possível a conversão dos dados obtidos a partir da rede em informações instantâneas a serem disponibilizadas tanto para os fornecedores como para os consumidores.

FIGURA 2.4 – BOULDER, COLORADO



Fonte: Google imagens

A partir disto, as possibilidades dos consumidores responderem positivamente a programas de gerenciamento de demanda, implantação de

tarifas inteligentes, geração a partir de fontes renováveis e uma maior otimização da rede, cresce vertiginosamente possibilitando ganhos expressivos tanto com a redução dos custos como na melhora da eficiência.

#### **2.4.3.1 – O aumento do custo da rede e a intervenção do regulador**

Quando a cidade de Boulder foi a escolhida para sediar o projeto de rede inteligente em março de 2008, Xcel Energy projetou que o capital que seria gasto para a construção da *Smart Grid City* era em torno de \$ 15,3 milhões de dólares. Em maio de 2009, Xcel mudou suas previsões de custo para \$27,9 milhões de dólares, e recentemente, fevereiro de 2010, a companhia acredita que a conta total será de \$42,1 milhões, não incluindo os custos de operação e manutenção da nova rede.

Uma grande parte do aumento do preço está associada com a dificuldade não prevista de construção do sistema de fibras óticas, visto que está havendo a necessidade de perfurar grandes rochas com brocas de diamante e a retirada de grandes pedras.

Em 4 de dezembro de 2009, a CPUC aprovou o pedido da Xcel Energy de aumento da tarifa aos consumidores em 6,5 %. A maior parte deste aumento será utilizada para pagar Comanche 3, uma nova unidade da Xcel de queima de carvão na sua planta de geração fora de Pueblo.

Entretanto, 11 milhões de dólares do valor arrecadado a partir do aumento da taxa – que começou a ser cobrada a partir de 1 de janeiro de 2010 – é destinada a cobrir os custos associados com a rede inteligente na cidade de Boulder, incluindo o capital de investimento, impostos e salários de

operação e manutenção para 2009 e 2010, segundo Karen Hyde, vice-presidente da Xcel para assuntos de tarifas e regulatório.

Embora a comissão tenha aprovado o aumento da tarifa em 6,5%, o fato de a Xcel ter pedido permissão para onerar todos os seus consumidores do Colorado por parte dos custos da rede inteligente – o que não era parte do plano original da companhia – foi visto como um sinal de alerta por alguns reguladores. A preocupação é sobre o planejamento de custos feito pela empresa que não considerou essas vicissitudes em relação à colocação da fibra ótica e nem delineou claramente todas as fontes de financiamento do projeto tendo que recorrer a um aumento de tarifa para suprir essas necessidades.

Desde o início do projeto, a Xcel planejou trazer parceiros para o compartilhamento do custo do projeto, que irá exceder 100 milhões de dólares, incluindo a operação e manutenção. Até o momento, a Xcel possui sete membros no consórcio, que só serão divulgados após a definição de quanto será a contribuição financeira de cada membro.

No dia 24 de dezembro de 2009, a CPUC, por insistência dos moradores da cidade de Boulder, decidiram requerer à Xcel um Certificado de Conveniência e Necessidade Pública. Geralmente estes certificados são fornecidos pelas empresas de serviços públicos antes de construírem uma nova infra estrutura, como por exemplo, plantas de geração e linhas de transmissão, para provar que o investimento é necessário e prudente.

Após o requerimento deste certificado de Conveniência e Necessidade Pública, a CPUC passa a ter a capacidade de regular diretamente o projeto. A Xcel recorreu ao pedido da obtenção do certificado, porém este foi negado pela CPUC que em nota divulgada afirmou dizer que apóia projetos de rede inteligente que promovam a eficiência energética, mas que acredita ser

necessária uma regulação sobre este processo para que ele se torne mais transparente tornando os custos conhecidos e mensuráveis, sendo possível apurar o benefício dessas mudanças para o contribuinte.

O exemplo da cidade de Boulder mostra na prática os desafios que as *smarts grids* irão enfrentar para serem implementadas e os impactos que esta nova estrutura irá gerar para os reguladores, que terão seu trabalho aumentado proporcionalmente aos avanços tecnológicos feitos na direção de criação de novos mecanismos de coordenação. É um engano supor que as mudanças que ocorrerão com a implementação das redes inteligentes irá reduzir os problemas de natureza regulatória, que neste novo contexto passa a ter um agente ainda mais ativo que é o consumidor devido à interface direta com o mesmo que as *smarts grids* propõem.

## **2.5 – Smart Grids em Portugal**

O objetivo desta seção é mostrar o panorama do atual sistema elétrico português e quais as medidas que estão sendo tomadas para a implantação das *smarts grids* no país. Será utilizado como base o estudo publicado em 2008 “*SMART Portugal 2020 – A redução das emissões e o aumento da eficiência energética através das TIC*” que foi o primeiro relatório nacional *SMART 2020* a nível mundial.

### **2.5.1 – Breve panorama do setor elétrico português**

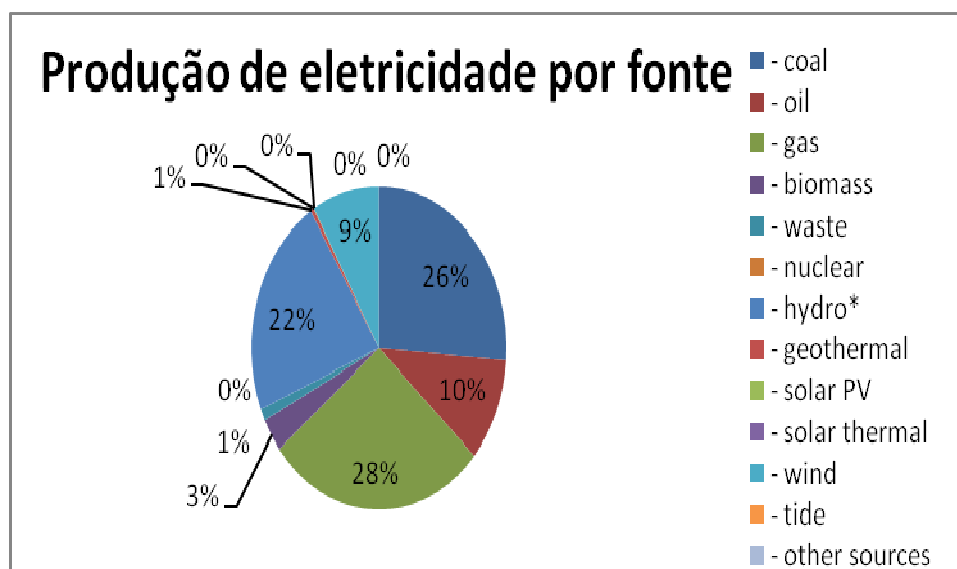
A matriz energética portuguesa é predominantemente composta por combustíveis fósseis (64%: carvão – 26%; petróleo – 10% e gás – 28%). Isso traz um novo desafio ao Estado português, visto que será necessário reduzir

em 20% as emissões de gases até 2020 dos níveis de 1990, segundo acordo assinado pela União Européia.

Dados de 2007 da IEA, indicam que a emissão de Portugal é de 55.20 Mt de CO<sub>2</sub> para uma população com cerca de 11 milhões de habitantes gerando portanto um indicador per capita, ou seja, t CO<sub>2</sub>/capita, na ordem de 5, que pode ser considerado alto dado o tamanho e a pequena expressividade da economia portuguesa.

Entretanto é importante destacar que cerca de 35% da produção de eletricidade é obtida através de fontes renováveis ( hidroeletricidade, biomassa e eólica), isso mostra uma predisposição do país na busca de fontes limpas.

GRÁFICO 2.3 - PRODUÇÃO PORTUGUESA DE ELETRICIDADE POR FONTE



Fonte: IEA, Statistics 2007

Portanto as *smarts grids* serão um importante instrumento para o país atingir essas metas, além disso devido o seu pequeno tamanho territorial é bem mais fácil essas tecnologias serem implementadas no país do que se comparado aos obstáculos que a extensão territorial dos EUA impõe a esta implantação, sendo portanto de se esperar que os ganhos de eficiência energética e da geração a partir de fontes limpas de energia sejam obtidos de forma mais rápida.

### 2.5.2 – *Smarts Grids* e o Consumidor

Uma pesquisa feita pela Experian Canvasse Opinion em 2007 (vide anexo III), em Portugal, Espanha, Holanda e Reino Unido, tinha como objetivo compreender as atitudes do consumidor face ao consumo de energia, os fatores que influenciam o comportamento dos consumidores e descobrir quais instrumentos no futuro conduziria os consumidores a mudarem o seu comportamento. Esta pesquisa gerou resultados importantes que captam a visão do consumidor e serve de base para a implementação das melhores soluções de smart grids.

Abaixo os principais resultados obtidos da pesquisa:

FIGURA 2.5 – RESULTADO PESQUISA EXPERIAN CANVASSE

- Portugal e Espanha mostram a maior preocupação com a alteração do clima e são as que afirmam tomar mais medidas para reduzir o consumo de energia em casa
- 37% das pessoas no Reino Unido e 19% dos Portugueses não sabe a quantidade de energia que utiliza
- Se os preços de energia continuarem a aumentar, a Holanda é o único país onde mais de metade (55%) continuaria a consumir a energia aos níveis atuais
- Se realmente ocorresse uma crise energética e os governos tivessem de racionar a energia, isso funcionaria melhor na Europa do Norte (78% no Reino Unido e 70% na Holanda), comparativamente com a Península Ibérica (48% em Espanha e 53% em Portugal)
- Os Portugueses mostraram-se mais entusiasmados com a idéia de possuir um medidor inteligente em casa (86%), enquanto os holandeses eram os menos entusiasmados (61%).

É possível concluir a partir desta pesquisa a disposição do consumidor português em alterar seus hábitos dados os incentivos ( ex. financeiros: tarifas mais baixas) e a conscientização da mudança necessária no padrão de consumo vis a vis as mudanças climáticas que irão acontecer se nada for feito.

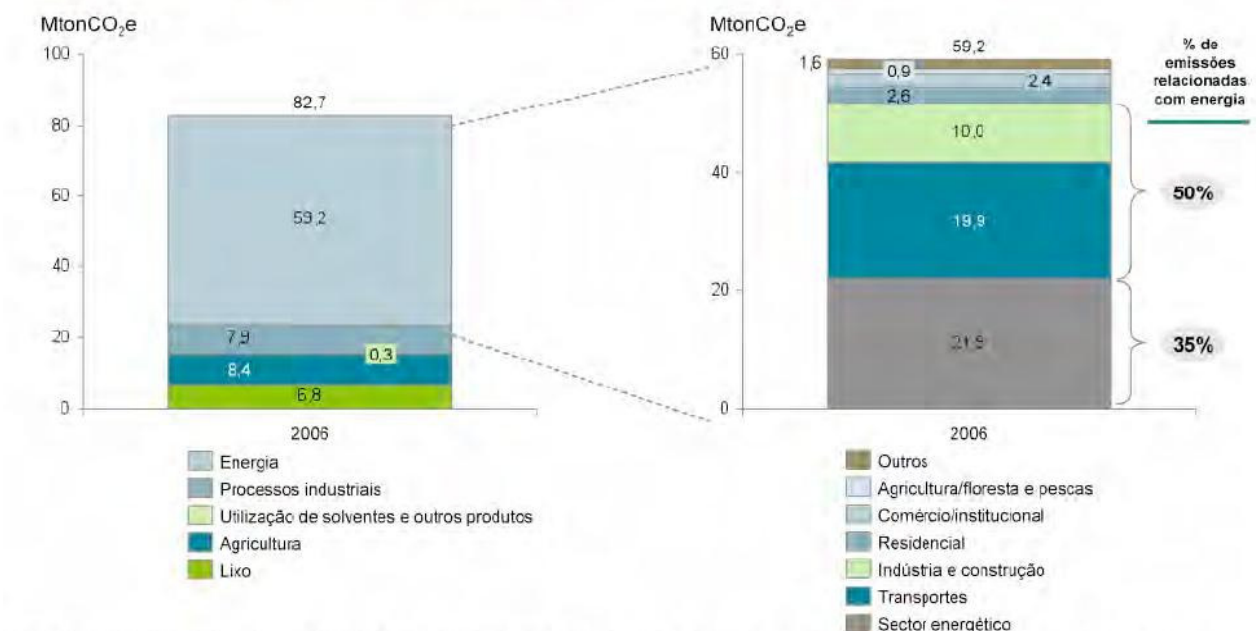
### 2.5.3 - SMART Portugal 2020

Segundo o *Smart Portugal 2020*:

“Em 2006 (o último ano para o qual existem dados disponíveis), as emissões de GEE portuguesas totalizaram 82,7 MtonCO<sub>2</sub>e, substancialmente acima do compromisso assumido para 2012. Destas, 59,2 MtonCO<sub>2</sub>e (72%) são o resultado directo do consumo de energia (e processos associados de transformação e transporte/distribuição), sendo o remanescente na sua maior parte constituído por emissões de processos industriais, de resíduos e de agricultura. Isto mostra até que ponto a luta contra as alterações climáticas está ligada à luta por uma maior eficiência energética. Quando as emissões de consumo de energia são atribuídas às áreas ligadas aos utilizadores finais, os sectores que mais pesam no total de emissões são a indústria, com 23,7MtonCO<sub>2</sub>e, os transportes, com 20,1 MtonCO<sub>2</sub>e e o sector residencial/serviços (excluindo as TIC) com 14,4 MtonCO<sub>2</sub>e.”(pag 13)

GRÁFICO 2.4 – EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> POR SETOR EM PORTUGAL

**Figura 2: ~72% das emissões de 2006 provêm do uso de energia maioritariamente para o sector energético, transportes e indústria/construção**



Nota: Emissões totais não considerando UTMUTS (Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Silvicultura); Sector energético considera a geração eléctrica e o autoconsumo do mesmo sector  
 Fonte: Balanço energético português (DGGE); UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change; Análise BCG

Fonte: Smart Portugal 2020

A partir destes dados pode se concluir a necessidade de implantação de medidas que melhorem esse quadro, principalmente no que concerne aos ganhos de eficiência energética. Neste panorama as smart grids se mostram como uma solução viável, principalmente para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. De acordo com o estudo o potencial dessas novas tecnologias podem reduzir em até 15% os níveis de emissão dos gases.

Além dos benefícios ambientais da redução nos níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, essas medidas podem gerar inúmeros benefícios econômicos conforme fica explícito na seguinte passagem do estudo:

“O valor económico directo associado a estas reduções é de 2,2 a 2,3 mil milhões de euros por ano. Estes valores apenas têm em conta o custo das emissões de CO<sub>2</sub> evitadas, que é de aproximadamente 0,4 mil milhões de euros para um preço de 35€ para licenças de emissão de CO<sub>2</sub>(...). (...) O impacto económico total será provavelmente mais elevado, uma vez que os efeitos indirectos, tais como o desenvolvimento de tecnologia ou os efeitos adicionais potenciais, como sejam a redução de investimento na geração, no transporte e na distribuição de energia, não foram considerados neste número global. Também não foi considerado o valor potencial do crescimento económico associado com a criação em Portugal de um cluster de sustentabilidade baseada em TIC.” (pag 13)

O estudo identificou como áreas de maiores ganhos potenciais o setor de transportes e o setor residencial/serviços, especialmente no que concerne a melhoria de eficiência na utilização de energia em edifícios.

Além destes dois setores, foi identificada uma oportunidade substancial na melhor gestão da geração, transmissão e consumo de eletricidade. A transmissão e o processamento de informação em tempo real baseada nessas novas tecnologias podem permitir um melhor planejamento e utilização da eletricidade, facilitando também a maior utilização de fontes.

Essas áreas prioritárias que foram identificadas no projeto *SMART Portugal 2020* representam cerca de 55% do potencial total identificado e podem significar grandes oportunidades para o desenvolvimento das smart grids. Segundo o estudo, temos os seguintes ganhos por setor:



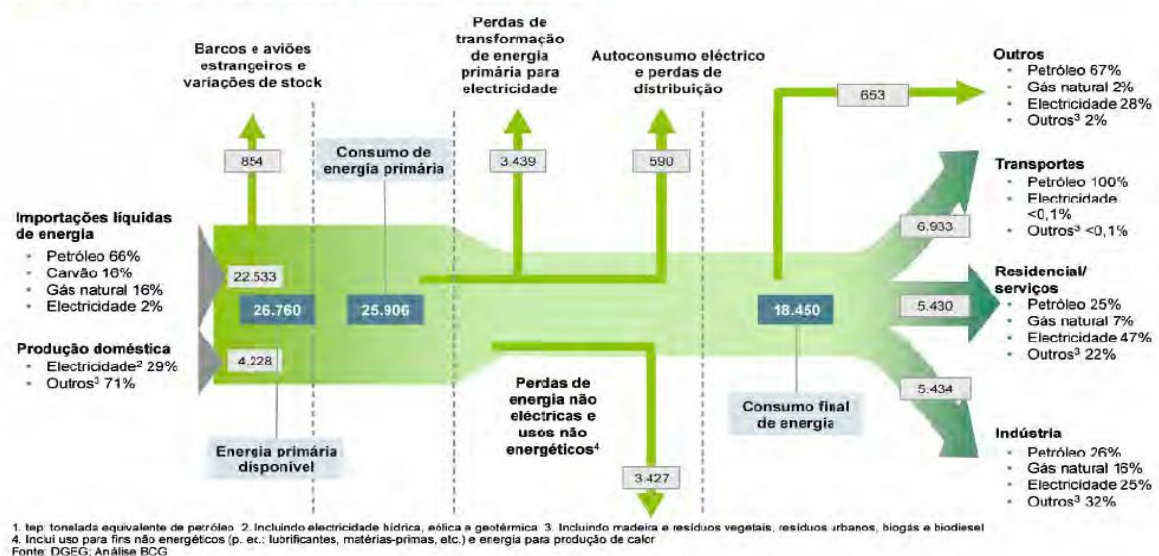
- Transportes representa um ganho direto de 477 milhões de euros através da adoção de um sistema de gestão de mobilidade urbana. Este sistema monitora continuamente as emissões reais e ajustam as taxas dos automóveis em função dessas emissões. A combinação de incentivos diretos e de iniciativas para a gestão do congestionamento urbano, tais como controle de entrada nas cidades, preços de estacionamento dinâmicos ou coordenação de semáforos, podem efetivamente reduzir o congestionamento e as emissões do perímetro urbano. É importante salientar que este valor não inclui a penetração cada vez maior de automóveis elétricos que, apesar de representarem um potencial elevado a longo prazo para reduzir as emissões, não se tem uma estimativa real da sua participação no mercado de automóveis.
- A Gestão da energia representa um ganho direto entre 308-447 milhões de euros (dependendo de quais pressupostos são usados). Este potencial resulta da existência de dois fatores chave, a saber: a melhoria do monitoramento e do controle do consumo de energia, permitindo um melhor planejamento tanto do despacho como na capacidade de acomodar uma geração renovável intermitente ou de micro geração distribuída; e o outro fator é a gestão do consumo, para permitir a alteração da curva de oferta e redução dos picos de consumo, reduzindo desta forma a necessidade de fontes térmicas de resposta rápida, que são mais poluidoras.
- A utilização das redes inteligentes para melhorar a eficiência energética dos edifícios, representa um ganho direto de 410 milhões de euros, além das reduções nas emissões da geração elétrica, já contabilizados anteriormente. Estas poupanças são conseguidas pela otimização da utilização de energia através de sistemas de gestão de edifícios baseados em tecnologias que operam independentemente das alterações da rede elétrica, e que permitem monitorar e controlar o consumo dos diferentes equipamentos tais

como iluminação, eletrodomésticos, aquecimento, ventilação e ar condicionado.

A figura 2.6 corrobora os dados do estudo que mostram os ganhos que Portugal pode obter com a implantação de redes inteligentes, visto que se o país reduzir as perdas de energia durante seu processo de produção, além de melhorar a sua eficiência energética poderá reduzir também suas importações de petróleo e gás.

FIGURA 2.6 – BEN PORTUGUÊS/ PERDAS DE ENERGIA

Figura 3: Balanço energético nacional 2006 (ktep<sup>1</sup>)



Fonte: Smart Portugal 2020

O estudo também elaborou uma trajetória com as principais tendências para os setores, e que serve como norteador das soluções a serem implantadas em cada área de acordo com as novas tecnologias.(vide figura 2.7)

FIGURA 2.7 – TRAJETÓRIAS SETORIAIS

Sector	Drivers do sector	Tendências observadas
1 Geração de electricidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energia per capita</li> <li>Aumento das fontes não poluentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+2% de crescimento no consumo de electricidade</li> <li>Manutenção das emissões actuais</li> <li>Decréscimo das emissões unitárias</li> </ul>
2 Indústria/ construção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vendas</li> <li>Emissões específicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crescimento relacionado com a evolução do PIB</li> <li>Ganhos de eficiência podem ser atingidos sobretudo nos cimentos</li> </ul>
3 Transportes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Passageiro-km ferroviário</li> <li>Movimentos de aviação</li> <li>Movimentos de navegação</li> <li>Frotas de veículos por tipo</li> <li>Emissões específicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento particular até 2015 com lançamento da alta velocidade</li> <li>Aumentando a taxas históricas</li> <li>A aumentar considerando o novo aeroporto de Lisboa</li> <li>Estável ao longo dos anos</li> <li>Objectivos impostos para automóveis; descidas históricas</li> </ul>
4 Residencial/ serviços não TIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penetração de equipamentos eléctricos em espaços residenciais e comerciais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção dos valores actuais de emissões</li> <li>Aumento no consumo de energia per capita compensado pela diminuição dos factores de emissão</li> </ul>
5 Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento nas emissões de refinação seguindo tendência recente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção dos níveis correntes de consumo de energia no sector energético</li> <li>Pequeno aumento nas emissões devido ao consumo de energia</li> </ul>
6 TIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taxa de penetração dos equipamentos TIC</li> <li>Consumo eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sector com maior aumento de emissões</li> <li>Aumento de 4% no consumo de electricidade</li> <li>PCs e datacenters são os principais drivers do crescimento</li> </ul>
7 Perdas energéticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perdas por kWh/km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção do nível actual de emissões</li> <li>Aumento das perdas na rede</li> </ul>

Fonte: Smart Portugal 2020

O quadro abaixo (figura 2.8) sintetiza bem as principais mudanças que ocorrerão no sistema elétrico português com a implementação das *smarts grids*.

FIGURA 2.8 – MUDANÇAS NO SETOR ELÉTRICO PORTUGUÊS



Fonte: Smart Portugal 2020

Entretanto não se pode esquecer de que é fundamental a vontade política para as mudanças em direção a implementação destas novas tecnologias aconteça de forma rápida e eficiente, e que quanto mais complexa a mudanças proposta mais difícil é que haja um consenso para a sua aplicação, tornando o processo ainda mais demorado e custoso.

FIGURA 2.9 – IMPACTOS/DEPENDÊNCIA POLÍTICA

		Dependência de vontade política		
		Baixa	Média	Elevada
Impacto	Elevado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intermodalidade</li> <li>• Desmaterialização</li> <li>• Logística de transportes</li> </ul> <p>€504 M</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edifícios inteligentes</li> <li>• Treino de condutores</li> </ul> <p>€657 M</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão energética</li> <li>• Gestão de congestionamento</li> <li>• Pagamento por emissões</li> </ul> <p>€785 M</p>
	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiência industrial</li> <li>• Reduções directas TIC</li> <li>• Dispositivos para carros eléctricos</li> </ul> <p>€235 M</p>	N.A.	N.A.

Exx M Valor económico

Fonte: Smart Portugal 2020

## 2.6 – Lições das experiências pioneiras na implantação das *smarts grids*

Pelos estudos de caso das seções anteriores, vimos que ambos os países( EUA e Portugal) têm como objetivo a redução da emissão de CO<sub>2</sub> e que será através do aumento da participação de energias renováveis e do aumento da eficiência energética que isto terá que ser alcançado. Entretanto a realidade dos dois países é totalmente distinta tanto fisicamente quanto economicamente. Enquanto o primeiro é a maior economia mundial, com uma população de mais de 300 milhões de habitantes, com uma extensão territorial de tamanho continental, o outro apesar de fazer parte da União Européia, possui uma economia sem expressividade, com uma população de 10 milhões de habitantes, e tem uma extensão territorial comparada ao do estado brasileiro de Pernambuco.

A partir disto vemos que provavelmente os principais empecilhos a implantação das *smarts grids* em Portugal serão de ordem econômica, como custo de financiamento e instalação, enquanto que nos EUA o peso dos empecilhos políticos e de coordenação serão mais expressivos que os econômicos, visto que é muito mais complexo conciliar o interesse de uma população 30 vezes maior, num território de dimensão continental e que tem um sistema elétrico descentralizado em unidades estaduais.

Portanto os desafios impostos as autoridades regulatórias de âmbito nacional, respectivamente FERC e ERSE, serão em certos pontos de mesma natureza, como por exemplo, de que forma será possível incentivar a geração a partir de fontes renováveis, ou como estimular a mudança no comportamento do consumidor de forma a melhorar a eficiência energética; porém terão naturezas distintas quando relacionadas a questões políticas e de padronização, visto que é muito mais difícil obter um consenso num país do tamanho dos EUA, ainda mais que devido o sistema Federalista vigente, os Estados têm muita autonomia para a decisão de políticas a serem adotadas.

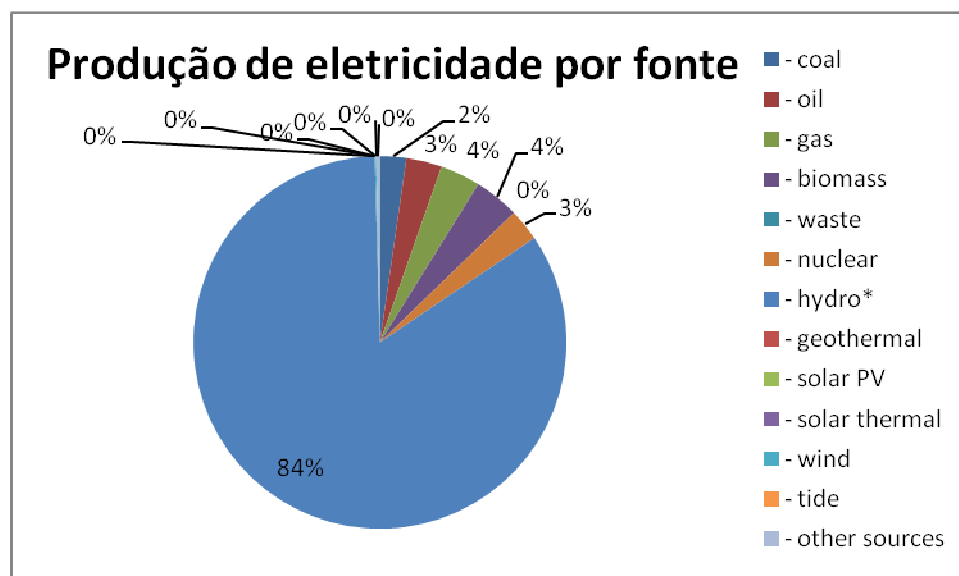
### 3 – AS PERSPECTIVAS DAS *SMARTS GRIDS* NO BRASIL

O objetivo deste capítulo é examinar as perspectivas para a implantação das *smarts grids* no país, identificando as medidas já realizadas nesta direção tanto pelas empresas quanto pelo regulador.

#### 3.1 – Breve panorama do setor elétrico brasileiro

O Brasil possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo. Cerca de 84% da eletricidade do país é produzida a partir da hidroeletricidade, sendo que o potencial a ser explorado principalmente na região Norte tende a aumentar ainda mais essa participação ( ex: construção da usina de Belo Monte). Por causa dessa predominância de fontes renováveis na sua matriz dados de 2007 da IEA<sup>4</sup>, indicam que a emissão de gases dos país é de 347.09 Mt de CO<sub>2</sub>, para uma população com cerca de 192 milhões de habitantes gera portanto um indicador per capita, ou seja, t CO<sub>2</sub>/capita, na ordem de 1,81.

GRÁFICO 3.1 – PRODUÇÃO BRASILEIRA DE ELETRICIDADE POR FONTE



<sup>4</sup> Como dito anteriormente foi utilizado os dados da IEA 2007 para manter a mesma base de comparação

Apesar desta posição favorável do país de não ser dependente de recursos fósseis e também de ter uma relativa tranquilidade em relação a emissão de CO<sub>2</sub>, as perdas anuais do país por causa de ineficiência energética exige que o país tome medidas que melhorem este quadro.

Neste contexto as *smarts grids* passam a ter um destaque como uma solução para os problemas de ineficiência energética do país. Entretanto para que as Smarts Grids sejam implantadas aqui com sucesso é preciso levar em consideração as características e especificidades do sistema elétrico brasileiro que serão abordadas na seção 3.3.

### **3.2 - Ações já realizadas ou em andamento para a implantação das *Smarts Grids* no Brasil**

O Brasil atualmente possui iniciativas promissoras para a implantação das *smarts grids*, principalmente medidas na direção da instalação de medidores inteligentes, que possibilitam uma redução das perdas e furtos de energia, que são tão elevados no país.

Portanto as tecnologias de *smart grid* poderão ser usadas para reduzir tanto as perdas técnicas (no próprio sistema de transmissão) como as perdas chamadas ‘não técnicas’ (principalmente o furto de energia), pois em uma rede inteligente é possível saber em tempo real para onde está indo a energia. As perdas “não técnicas” no Brasil são enormes, segundo a Aneel, só nas 61 distribuidoras que passaram por revisão tarifária estima-se que as perdas não técnicas é em torno de 21 Gwh por ano com um valor (incluindo impostos não recebidos) de R\$7,6 bilhões em 2008. As perdas técnicas, que também podem ser reduzidas com uso de tecnologias de *smart grid*, são outros 28,5 Gwh.

É importante destacar o papel que as empresas privadas estão tendo na execução de medidas que visem à implantação destas redes inteligentes no

país, à medida que esta tecnologia vai se tornando mais madura os meios para a sua instalação vão se tornando viáveis economicamente possibilitando a sua expansão. Atualmente no país tem se destacado as medidas em direção ao *smart metering*.

As concessionárias fluminenses estão sendo as pioneiras no uso de medidores eletrônicos em favor do combate às perdas comerciais. A Ampla, instalou cerca de 300 mil unidades entre 2003 e 2009, o equivalente a 12% dos seus clientes. Com isso, foi possível reduzir suas perdas em 5 pontos percentuais, de 25% para 20%, para 2010 a meta é instalar 50 mil aparelhos. A Light, com uma perda total de 21%, sendo que 15% se referem a perdas comerciais, optou por instalar medidores digitais em locais de alto poder aquisitivo. Até o momento foram instalados cerca de 40 mil aparelhos, que reduziu as perdas desses consumidores de 25% para 9%, com metas de alcançar 2%, para isso a idéia é instalar 120 mil medidores em 2010 e mais 100 mil por ano no próximo triênio.

Já a Eletrobrás anunciou investimentos na ordem de R\$700 milhões em automação e processos operacionais e comerciais nas distribuidoras do grupo. Pretendendo desta forma implantar um centro de controle de medição com o objetivo de reduzir as perdas. Além disso, quer levar para suas subsidiárias a experiência que vem dando bons resultados nas concessionárias do Rio de Janeiro que é a instalação de medidores eletrônicos, sua meta é instalar mais de 400 mil medidores em clientes de média e baixa tensão.

A Cemig, por sua vez, está trabalhando num programa de automação da distribuição, a chamada Cidade do Futuro. O projeto será implantado em Sete Lagoas (MG), que possui mais de 80 mil unidades consumidoras.

A CPFL faz parte desde 2009 do *Global Intelligent Utility Network Coalition*, que é um grupo formado com o intuito de desenvolver estudos e



discutir as formas de aplicação de *smart grid*. Única representante da América Latina, a companhia atua juntamente com outras 11 distribuidoras de países como Estados Unidos, Índia e Austrália no planejamento de um estudo que visa a automação de 100% das empresas em um universo de dez anos.

Entre as tecnologias consolidadas e que começarão a ser implementadas pela CPFL, estão inicialmente, a automação dos medidores para clientes do grupo A e das chaves. A previsão é que, neste aspecto, a companhia esteja totalmente automatizada no máximo no período de três anos. Após esta fase, a companhia espera automatizar os medidores da baixa tensão. Entretanto, quando se fala em automação em residências, a tecnologia ainda não é completamente madura, portanto essa fase terá que ser iniciada um pouco mais para frente. Para se ter uma noção de quanto tempo é demandado para a troca dos medidores se fosse utilizado mil equipes de campo e cada equipe conseguisse trocar 4 medidores por dia demoraria cerca de 7 anos para conseguir substituir os medidores dos 6,5 milhões de cliente que a empresa possui.

A AES Eletropaulo também está se preparando para adoção de tecnologias de acordo com o conceito *smart grid*. A companhia estruturou desde o ano passado um grupo de trabalho com o objetivo de construir a visão estratégica de um projeto de rede inteligente e consolidar as etapas a serem feitas. Entre os estudos desenvolvidos pela empresa na área estão a implementação de um piloto segundo o conceito de *smart grid*, que envolve duas subestações e uma parcela da rede de distribuição da AES Eletropaulo com soluções para automação, auto recuperação, detecção de falhas, controle de carga, medição remota e gestão pelo lado da demanda. A companhia também estuda, só que sem a finalidade de faturamento, o sistema de medição para exteriorização com as funcionalidades da telemedição, corte e religamentos remotos.

Para que a infra estrutura de telecomunicação consiga suportar a modernização da rede elétrica de distribuição, a companhia está desenvolvendo protótipos de equipamentos de comunicação sem fio com ênfase na operação em faixa de frequência regulamentada. A AES Eletropaulo também prevê a implementação de plataformas de monitoramento e diagnóstico online dos transformadores de potência. Esta ferramenta visa identificar falhas incipientes em tempo hábil para que ações proativas sejam tomadas corrigindo antecipadamente os distúrbios do sistema. Por fim, a companhia estuda o desenvolvimento do protótipo de um sistema integrado que visa supervisionar e controlar as câmaras subterrâneas de transformação através da transmissão de sinais digitais.

### **3.3 – As *smarts grids* e o regulador**

As tecnologias das *smarts grids* tendem a se tornarem cada vez mais maduras viabilizando a sua implementação pelas empresas através de iniciativas próprias, como as explicitadas na seção anterior, a partir disto se espera uma ação do governo e do regulador em definir diretrizes nacionais para nortear o desenvolvimento desta nova configuração.

No país o agente regulador do setor elétrico é a Aneel e o seu papel será fundamental para o êxito das redes inteligentes no Brasil. Algumas medidas já foram tomadas pelo regulador a fim de promover e incitar essa nova tecnologia, dentre elas destacamos:

- Consulta pública referente à implantação de medidores eletrônicos

- Proposta de revisão tarifária
- Resolução referente à implantação das PLC
- Criação de um grupo de estudos para a regulamentação das *smarts grids*

A abertura de uma consulta pública no ano passado para coletar subsídios, a fim de formular um regulamento sobre a implantação de medidores eletrônicos em unidades consumidoras de baixa tensão, foi um passo importante dado pela Aneel para a regulamentação dos equipamentos. Esta consulta foi, entretanto diferente do estilo de consultas que normalmente são feitas<sup>5</sup>. Espera-se que até julho deste ano seja feita esta audiência pública.

As perguntas feitas pela agência abordavam, temas como: as funcionalidades incorporadas ao medidor necessárias para a implantação do novo sistema de medição; parâmetros obrigatórios de segurança da informação para o tráfego de dados entre a distribuidora e a unidade consumidora; destinação e soluções para o descarte dos medidores retirados de campo e prazo de substituição dos medidores. Participaram da consulta pública entidades como a Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica e a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica e as distribuidoras AES Eletropaulo, Ampla, CPFL Energia, Coelce (CE), Elektro (SP) e Rede Energia, entre outras.

Com as propostas recebidas a partir desta consulta, a Aneel já conseguiu formular uma proposta, porém esta ainda não está plenamente

---

<sup>5</sup> Segundo Paulo Henrique Silvestri Lopes, superintendente de Regulação dos Serviços de Distribuição da agência: “Neste caso específico fizemos uma consulta pública com perguntas mais provocativas para que os interessados respondessem e contribuíssem com sugestões sobre o tema. O objetivo foi buscar uma primeira opinião para formularmos uma proposta e colocar em audiência pública”

concluída. Ainda segundo Lopes, as principais dúvidas estão relacionadas ao custo do medidor e ao tempo de substituição dos equipamentos. “Durante esse tempo, nós visitamos fabricantes tentando ter uma referência de preço para saber se é viável e em quanto tempo essa substituição seria feita, mas isso vai depender do grupo de trabalho que o governo está implementando. Se tivermos injeção de recursos federais, de alguns fundos setoriais, pode ser dada uma velocidade maior à implementação da medição eletrônica”, ressaltando que a intenção é não impactar a tarifa.

Segundo dados da Abinee o mercado de medidores residenciais inteligentes poderá movimentar R\$ 1,8 bilhão/ano no país, o cálculo considera o custo de aproximadamente R\$ 200 por equipamento, previsto pela Aneel, e a previsão de venda de 9 milhões de peças por ano, incluindo a substituição de medidores convencionais e a instalação de novas unidades. Ainda segundo informações da Abinee, dos dez fabricantes de medidores associados a entidade, seis já possuem equipamentos auditados pelo Inmetro e têm capacidade para entregar 10 milhões de aparelhos por ano. Os outros quatro fabricantes que ainda não possuem o aval do instituto poderão fornecer mais 4 milhões de peças anualmente.

Para entrarem em operação os medidores inteligentes esperam uma resolução da Aneel (que deverá sair somente após os resultados da consulta pública) que regulamentará a instalação dos aparelhos pelas distribuidoras e especificará as funcionalidades que o equipamento brasileiro deverá incluir. Entre elas deverão estar a medição do nível de tensão da unidade consumidora e o tempo de interrupção de fornecimento de energia.

A Aneel também está realizando a revisão da estrutura tarifária, que envolve a tarifação horária para clientes de baixa tensão, ou seja, os consumidores começariam a pagar custos diferenciados para alguns horários do dia. O estudo está sendo feito desde o ano passado e a previsão é que

esteja concluído até março de 2011. Entretanto a entrada desta tarifação diferenciada depende da regulamentação dos medidores eletrônicos.

TABELA 3.1 – CLASSIFICAÇÃO DOS MEDIDORES E SUA DISTRIBUIÇÃO

Classificação dos medidores por tipo		
Situação	Eletromecânico	Eletrônico
Em estoque	1.389.074	802.626
Instalados	59.531.786	4.059.975
Total Brasil	60.920.860	4.862.601
%	92,61	7,39
Região	Eletromecânico	Eletrônico
Norte	79,09 %	20,91 %
Nordeste	88,27 %	11,73 %
Centro Oeste	96,11 %	3,89 %
Sudeste	94,60 %	5,40 %
Sul	97,38 %	2,62 %
Brasil	92,61 %	7,39 %

Fonte: Aneel / outubro de 2008

Outra normativa importante relacionada à rede inteligente é a utilização da rede elétrica para transmissão de dados e acesso à internet em alta velocidade por meio da tecnologia PLC. A resolução foi aprovada em agosto do ano passado estabelecendo as condições de compartilhamento da infraestrutura das distribuidoras e vai possibilitar significativos avanços ao país, com importante estímulo à inclusão digital, pois 95% da população brasileira têm acesso à eletricidade por meio de 63 concessionárias e 24 cooperativas, que levam energia a 63,9 milhões de unidades consumidoras.

Além disso, grande parcela dos ganhos das distribuidoras com a locação da rede para transmissão de dados será empregada na busca de tarifas mais justas ao consumidor, pois a resolução determina que parte da receita extra das concessionárias com esse serviço seja destinada à modicidade tarifária. Além disso, ao representar mais uma opção de acesso à Internet, aumenta-se a competição com as formas existentes (3G, WAP, por cabo, DSL, discada etc.), o que pode contribuir para queda no preço do serviço.

Em abril deste ano, através da portaria nº440 (vide anexo IV) do Ministério de Minas e Energia, foi criado um grupo de trabalho com o objetivo de analisar e identificar as ações necessárias para o estabelecimento de políticas públicas para a implantação de um Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente. Entre os aspectos abordados na proposta estão o estado da arte de programas do tipo *smart grid*, no Brasil e em outros países; adequação das regulamentações e das normas gerais dos serviços públicos de distribuição de energia; identificação de fontes de recursos para financiamento e incentivos à produção de equipamentos no país; e a regulamentação de novas possibilidades de atuação de acessantes no mercado, o que inclui a possibilidade de usuários operarem tanto como geradores de energia, através da geração distribuída, quanto consumidores.

Segundo a portaria o grupo será composto por representantes do MME, da Empresa de Pesquisa Energética, do Centro de Pesquisas em Energia Elétrica, da Aneel e do Operador Nacional do Sistema Elétrico. Órgãos e entidades do setor que possam oferecer contribuições poderão ser convidados eventualmente para participar. O grupo de trabalho deverá concluir as atividades em 180 dias. Já o relatório técnico, que contempla os estudos, as análises e as propostas de medidas a serem adotadas deve ser entregue 30 dias após o final deste prazo.

A Aneel deve sugerir ao Ministério de Minas e Energia que inclua a Anatel como parte das discussões sobre a política de implementação das redes inteligentes de energia no Brasil. Apesar da portaria nº440 não incluir o corpo técnico da Anatel na sua composição, a Aneel considera muito importante a parceria com a Anatel para o debate sobre os aspectos a serem discutidos sobre a implementação das smart grids, visto que há áreas de sobreposição de atuação e o resultado obtido sobre a regulamentação da PLC foi bem sucedido em grande parte devido à contribuição da Anatel.

A criação deste grupo é até o momento o passo mais decisivo dado pelo regulador na direção de um 'programa' que visa a implantação efetiva das *smart grids*. Espera-se que com a composição de um corpo técnico e diversificado no grupo gere um estudo amplo e bem focalizado nas necessidades e especificidades do sistema elétrico brasileiro, a saber:

- Uma extensa rede de transmissão interconectada de dimensão continental;
- Uma matriz predominante limpa destaque para a participação de hidroelétricas com seus grandes reservatórios;
- Altas perdas de energia, tanto na transmissão como em furtos;
- Uma população numerosa em um país em desenvolvimento gera um elevado crescimento da demanda dada a alta elasticidade renda do produto eletricidade

As expectativas são de que a partir dos resultados obtidos por este grupo de estudos seja criada uma diretriz que coordene os esforços de implantação das *smarts grids* de acordo com o perfil do país, pois é consenso entre os agentes do setor que o Brasil pode avançar muito na implantação e utilização de tecnologias que visem à criação de uma rede inteligente, entretanto é preciso avaliar bem os projetos respeitando a viabilidade econômica do mesmo para que não ocorra aqui problemas semelhante ao apresentado no capítulo 2 referente a cidade de Boulder no Colorado. A implementação desses sistemas tem que ser colocada em prática balanceando os ganhos econômicos das empresas com os benefícios gerados para o consumidor.

Portanto é possível desenhar certas etapas que seriam adotadas progressivamente pelo regulador a fim de criar uma estrutura regulatória bem fundamentada e concisa em relação à implantação das *smarts grids* no Brasil. Em um primeiro momento, devem ser identificados quais seriam os principais motivadores para adoção das *smarts grids* e que podem ser diferentes dependendo da região de implantação, da regulamentação do setor, das concessionárias envolvidas e fontes de energia disponíveis e exploráveis.

Após isto, avaliar e definir quais tecnologias seriam aplicáveis à adoção das *smarts grids* e como seria o seu desenvolvimento. Um desafio que se coloca é a compatibilização das funcionalidades requeridas, a interoperabilidade entre equipamentos, os investimentos necessários e o impacto nas tarifas cobradas do consumidor e nos processos das concessionárias. Além disso, as competências e capacitações requeridas da força de trabalho devem ser reavaliadas.

Outro aspecto fundamental que precisa ser avaliado diz respeito ao fato de que as *smarts grids* propiciam uma relação efetiva do consumidor com o mercado de energia elétrica, a partir de uma maior interação com as concessionárias, tornando possível a disponibilização de uma diversidade de serviços integrados, um maior controle da demanda e da possibilidade de ele ser, também, um produtor. Nesse contexto, devem ser avaliados, principalmente, os impactos no planejamento, expansão e operação das redes além é claro da estrutura tarifária a ser adotada.

Finalmente, impõem-se aos agentes envolvidos o desafio de que a definição da arquitetura das redes inteligentes de energia esteja adequada à realidade do setor elétrico brasileiro e aderente às suas necessidades particulares, e à disposição das partes interessadas em arcar com os incentivos, investimentos e custos adicionais de sua implantação.



É essencial enfatizar que as *smarts grids* para serem implementadas além de um arcabouço regulatório regulamentado necessita de um plano de governo coeso que a estimule, disposto a arcar com os incentivos, investimentos e custos adicionais de sua implantação, visto que apesar de serem viáveis tecnologicamente demandam grandes volumes de recursos com isso a participação do Estado se torna essencial para a realização das mudanças que este novo paradigma promete ser.

## CONCLUSÃO

O grande desafio da próxima década para a indústria elétrica será implementar as tecnologias de *smarts grids* que estão sendo desenvolvidas de acordo com as prioridades de cada país. A sua instalação se coloca como uma necessidade principalmente devido a sua importante contribuição para consecução dos objetivos de política energética tanto os relacionados à eficiência energética/econômica como as questões relacionadas ao meio ambiente. Entretanto são grandes os empecilhos para esta implantação, principalmente nos que concerne a padronização e a viabilidade econômica dos investimentos.

As mudanças que serão exigidas no arcabouço regulatório serão proporcionais aos avanços e transformações que estas redes inteligentes irão provocar no sistema elétrico. O regulador terá um papel muito importante na condução deste processo, articulando e coordenando os diferentes interesses dos agentes envolvidos. Cabe salientar o destaque que esta nova configuração proporciona aos consumidores, que deixam de ser um agente passivo no atual sistema para passar a ter uma posição ativa neste novo espaço.

Pelos estudos de caso (EUA, Portugal e Brasil) foi possível perceber que cada país terá que adotar as tecnologias que atendam as suas prioridades/necessidades. EUA e Portugal terão preocupações em reduzir suas emissões de CO<sub>2</sub> para isso vão ter que priorizar a implantação de geração a partir de fontes limpas e melhorar também a sua eficiência energética. Já o Brasil terá que implantar soluções que vise à redução de furtos de energia (neste contexto os medidores inteligentes terão um papel muito importante) e que melhore também a eficiência energética, visto que por ser um país em desenvolvimento tem um elevado potencial de crescimento da demanda.

Neste processo de implementação das *smarts grids*, é fundamental a coordenação do governo na criação de um plano bem estruturado que estimule os investimentos nessas novas tecnologias e que principalmente forneça as

garantias institucionais para aumentar a confiança dos investidores. A vontade política se põe como uma questão central para que as mudanças em direção a estas redes inteligentes aconteçam de forma rápida e eficiente, entretanto a complexidade de coordenar todas estas opções torna o trabalho extremamente difícil exigindo um grande esforço por parte das autoridades em manter o foco nas propostas mais viáveis ao sistema. As autoridades não podem esquecer que o papel do arcabouço institucional, que aqui engloba tanto a as diretrizes de política energética quanto à regulação, tem o papel fundamental de estimular o desenvolvimento tecnológico e a implantação destes avanços pelas empresas.

Espera se obter após este processo de modernização das redes um sistema elétrico bem dinâmico, com mais informações disponíveis de forma a aumentar a transparência das atividades tanto para os consumidores como para os reguladores, que melhore a qualidade e aumente quantidade de serviços ofertados ao consumidor, que este possa usufruir de tarifas inteligente que o estimule a mudar o seu consumo, porém para que isso ocorra será necessário a instalação de medidores inteligentes e finalmente que a confiabilidade do sistema aumente, visto que esta estabilidade e confiança são muito importante para a política de segurança energética de um país.

Portanto podemos concluir que serão grandes os desafios impostos a todos os agentes do sistema para que seja bem sucedida a implantação das redes inteligentes no país, porém após a conclusão desta etapa espera-se que os benefícios a serem usufruídos pela sociedade com este novo paradigma tenham valido todo o esforço requerido durante o processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução PLC**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/hotsite/plc/> Acesso: Junho de 2010

APDC – ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS COMUNICAÇÕES. **SMART 2020 Relatório Nacional Portugal**. 2008.

ARAÚLO, J; **Regulação de Monopólios e Mercados: Questões Básicas**, COPPEAD, UFRJ, 1997.

BERG, S. V. Infrastructure regulation: Risk, Return and Performance, **Global Utilities**, pp 3-10, Maio, 2001.

BOCCUZZI, C. Avanços em favor das redes inteligentes. **Jornal da Energia**, 06.04.2010 Disponível em: <http://www.redeinteligente.com> Acesso: Abril 2010

BOCCUZZI, C; MELLO, J; A Energia do Futuro – Mercados de Atacado e Varejo se Fundindo. In **XX Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.smartgrid.com.br/017.pdf> Acesso: Dezembro 2009

CANAL ENERGIA. **Smart Grid: chave para eficiência** – Reportagem Especial, 23.04.2010 disponível: : <http://www.redeinteligente.com> Acesso: Abril 2010

CASA BRANCA. Discurso Barack Obama, junho 2010. Disponível em: <http://www.whitehouse.gov/issues/energy-and-environment/> Acesso: Junho 2010

\_\_\_\_\_. Prioridades do governo. Disponível em: <http://www.whitehouse.gov/issues/energy-and-environment/> Acesso: Junho 2010

CEER – Council of European Energy Regulators. **Smart grids and smart regulation help implement climate change objectives**. Janeiro 2010

DAILYCAMERA. **Explode o custo da Rede Inteligente no Colorado**, 06/02/2010. Disponível em : <http://www.redeinteligente.com> Acesso: Maio 2010

DIAS, D; RODRIGUES, A. A regulação das indústrias de rede: o caso dos setores de infra estrutura energética. **Revista de economia política**, vol 17, n 3 (67), julho-setembro 1997

DOE - Department of Energy. **The smart grid: An introduction**, 2008. Disponível em: <http://www.oe.energy.gov/1165.htm> Acesso: Dezembro 2009

\_\_\_\_\_. **The smart grid: Regulators**, 2009. Disponível em: <http://www.oe.energy.gov/1165.htm> Acesso: Dezembro 2009

EC – European Comission – **European Smartgrids Technology Platform**, 2006.

FALCO, R. **Smart Grids Tendências e Aplicações na Europa, Pesquisa de Eficiência Energética e os Consumidores Europeus**. Abinee tec 2007.

FARUQUI, A; HLEDIK, R. Piloting the Smart Grid. **The Electricity Journal**, , Vol. 22, Issue 7, Aug./Sept. 2009 Disponível em: [http://www.smartgridnews.com/artman/uploads/1/Piloting\\_the\\_smart\\_grid\\_05-29-09\\_.pdf](http://www.smartgridnews.com/artman/uploads/1/Piloting_the_smart_grid_05-29-09_.pdf) Acesso: Dezembro 2009

GUIMARÃES, D. Smart grid é o futuro certo da distribuição de energia elétrica? **Revista O Setor Elétrico** – Edição 50, Março de 2010. Disponível em: <http://www.redeinteligente.com> Acesso: Junho 2010

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Statistics**. Disponível em: [www.iea.org/stats/index.asp](http://www.iea.org/stats/index.asp) Acesso: Junho 2010

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, **Energy Efficiency, Electricity Demand and Smart Grids**. 33 rd IAEE Conference, Rio de Janeiro, Junho 2010.

IOOTTY, M; SZAPIRO, M. Economias de Escala e escopo. In: KUPFER, David e HASENCLEVER, Lia (Org.). **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 43 – 70

JOSKOW, P. **Regulation Of Natural Monopolies**, Center For Energy And Environmental Policy Research, april, 2005.

KNIGHT, P. Smart Grid – Redes elétricas inteligentes. **Revista Banco Hoje**, novembro de 2008, p. 10 Disponível em: <http://www.redeinteligente.com>  
Acesso: Abril 2010

MME- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Portaria n 440**. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port\\_440\\_REDE\\_INTELIGENTE.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_440_REDE_INTELIGENTE.pdf) Acesso: Junho 2010

O GLOBO. Rede elétrica inteligente para o Brasil, 04.05.2010. Disponível em: <http://www.redeinteligente.com> Acesso: Junho 2010

PINTO JR, H (Org). **Economia da Energia**. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 343 p.

POLITO, R. Smart Grid movimentará R\$ 1,8 bi. **Portal Energia Hoje**, 16.06.2010 Disponível em: <http://www.redeinteligente.com> Acesso: Junho 2010

TELETIME NEWS. **Para Aneel, Anatel precisa participar do debate sobre o modelo para smartgrids**, 03.05.2010. Disponível em: <http://www.redeinteligente.com> Acesso: Maio 2010

THE ECONOMIST – **Wiser Wires**. October 10 th – 16th 2009

## **ANEXO I - *Energy Independence and Security Act of 2007*", título XIII:**

*"It is the policy of the United States to support the modernization of the Nation's electricity transmission and distribution system to maintain a reliable and secure electricity infrastructure that can meet future demand growth and to achieve each of the following, which together characterize a Smart Grid:*

- (1) Increased use of digital information and controls technology to improve reliability, security, and efficiency of the electric grid.*
- (2) Dynamic optimization of grid operations and resources, with full cyber-security.*
- (3) Deployment and integration of distributed resources and generation, including renewable resources.*
- (4) Development and incorporation of demand response, demand-side resources, and energy-efficiency resources*
- (5) Deployment of "smart" technologies (real-time, automated, interactive technologies that optimize the physical operation of appliances and consumer devices) for metering, communications concerning grid operations and status, and distribution automation.*
- (6) Integration of "smart" appliances and consumer devices.*
- (7) Deployment and integration of advanced electricity storage and peak-shaving technologies, including plug-in electric and hybrid electric vehicles, and thermal-storage air conditioning.*
- (8) Provision to consumers of timely information and control options.*
- (9) Development of standards for communication and interoperability of appliances and equipment connected to the electric grid, including the infrastructure serving the grid.*
- (10) Identification and lowering of unreasonable or unnecessary barriers to adoption of smart grid technologies, practices, and services."*

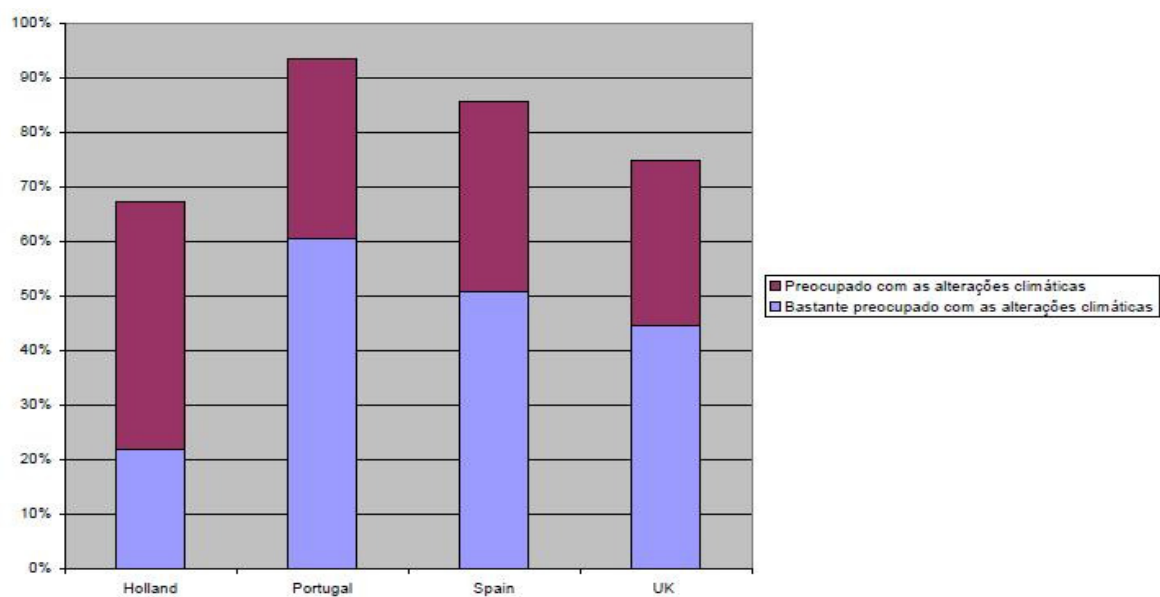
## **ANEXO II – Previsão de investimentos do *The American Reinvestment and Recovery Act***

- **“Empowering Consumers to Save Energy and Cut Utility Bills -- \$1 billion.** *These investments will create the infrastructure and expand access to smart meters and customer systems so that consumers will be able to access dynamic pricing information and have the ability to save money by programming smart appliances and equipment to run when rates are lowest. This will help reduce energy bills for everyone by helping drive down “peak demand” and limiting the need for “stand-by” power plants – the most expensive power generation there is.*
- **Making Electricity Distribution and Transmission More Efficient -- \$400 million.** *The Administration is funding several grid modernization projects across the country that will significantly reduce the amount of power that is wasted from the time it is produced at a power plant to the time it gets to your house. By deploying digital monitoring devices and increasing grid automation, these awards will increase the efficiency, reliability and security of the system, and will help link up renewable energy resources with the electric grid. This will make it easier for a wind farm in Montana to instantaneously pick up the slack when the wind stops blowing in Missouri or a cloud rolls over a solar array in Arizona.*
- **Integrating and Crosscutting Across Different “Smart” Components of a Smart Grid -- \$2 billion.** *Much like electronic banking, the Smart Grid is not the sum total of its components but how those components work together. The Administration is funding a range of projects that will incorporate these various components into one system or cut across various project areas – including smart meters, smart thermostats and appliances, synchrophasors, automated substations, plug in hybrid electric vehicles, renewable energy sources, etc.*
- **Building a Smart Grid Manufacturing Industry -- \$25 million.** *These investments will help expand our manufacturing base of companies that can produce the smart meters, smart appliances, synchrophasors, smart transformers, and other components for smart grid systems in the United States and around the world – representing a significant and growing export opportunity for our country and new jobs for American workers.”*

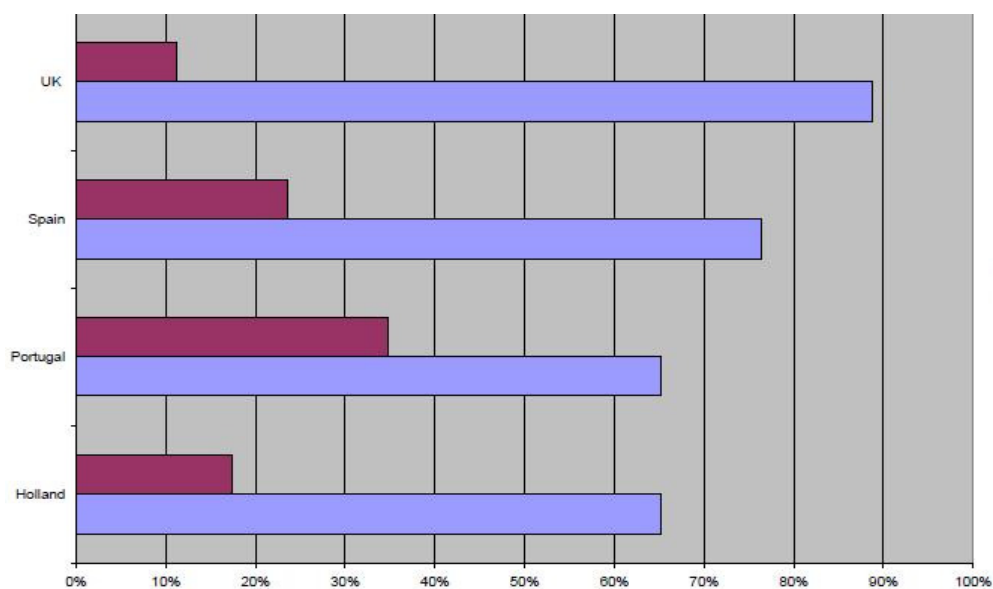
## **ANEXO III – Pesquisa Experian Canvasse Opinian**



- Você está preocupado com as mudanças climáticas?

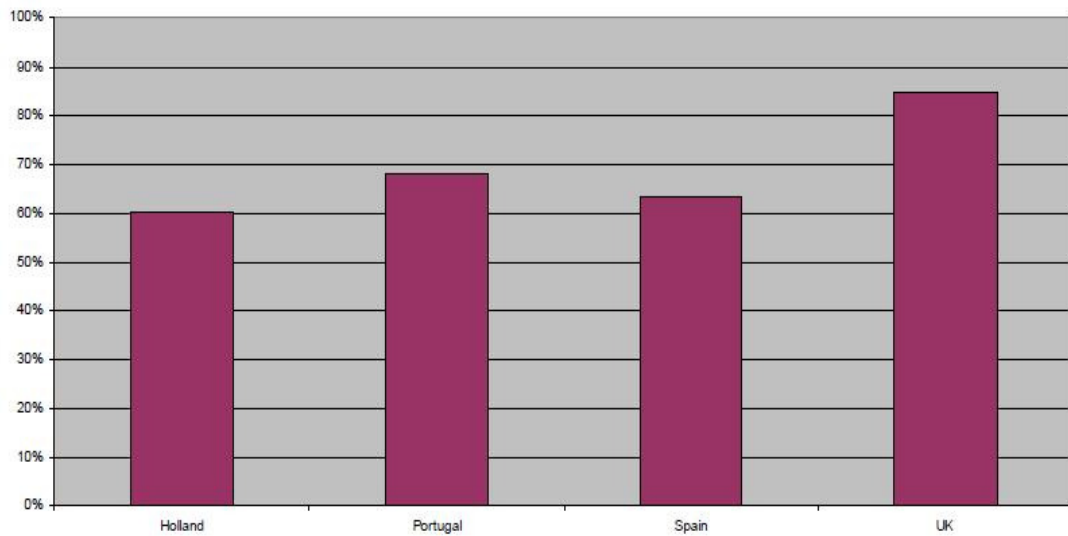


- Você mudaria o seu comportamento em relação ao consumo caso o preço da energia duplicasse?

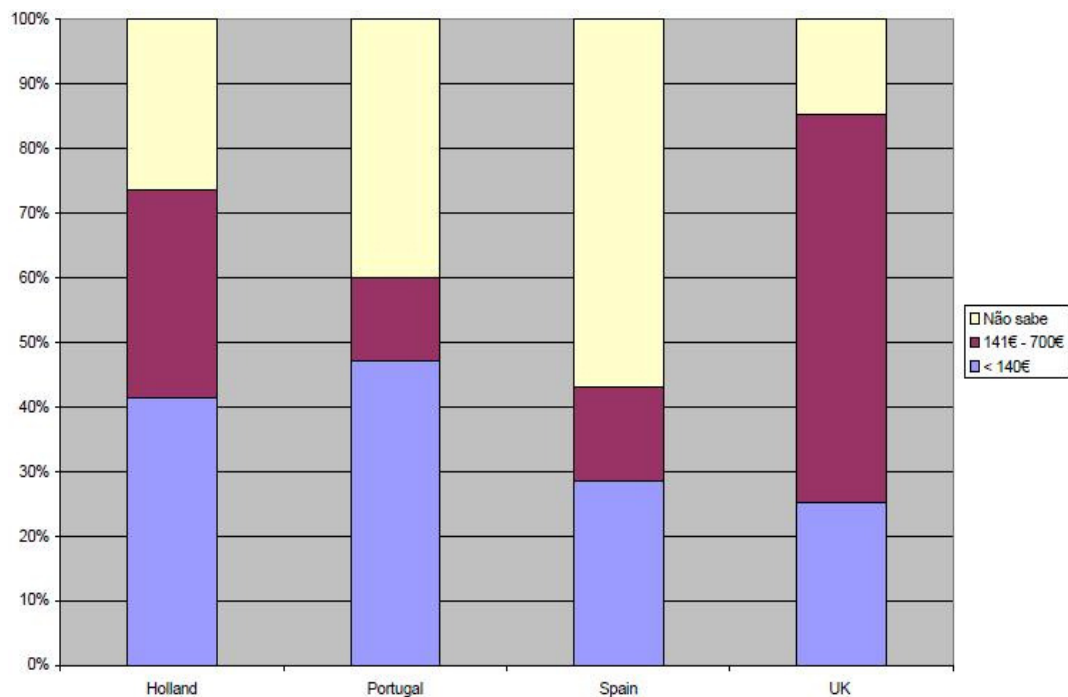


- Se tivesse um pequeno display em sua casa que lhe dissesse exatamente a quantidade de energia que cada aparelho utiliza a todo

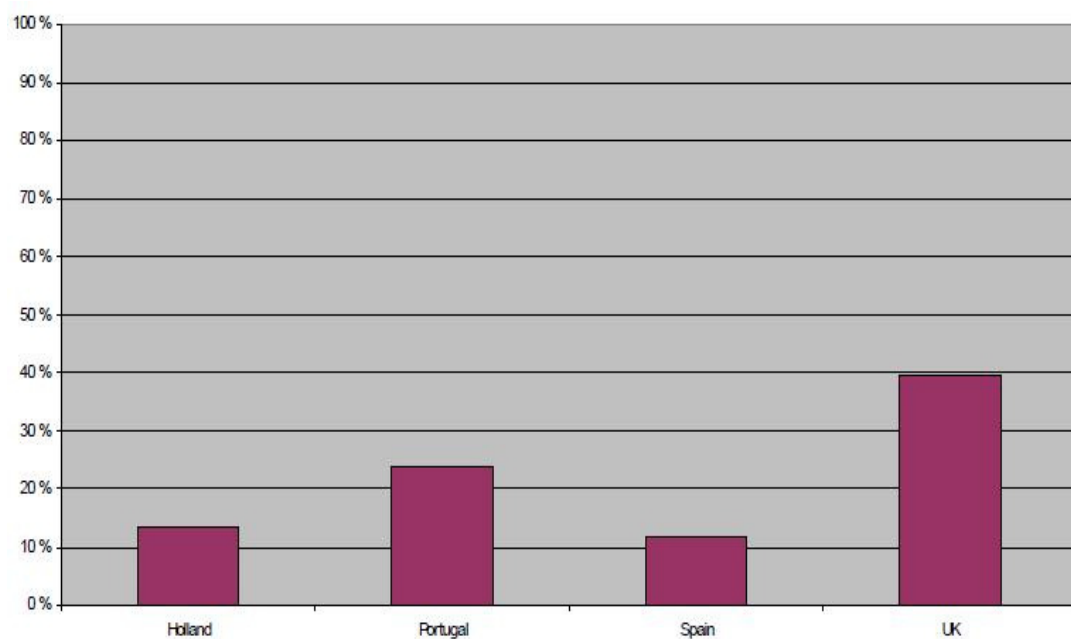
momento, de modo que o compreendesse, mudaria seu comportamento?



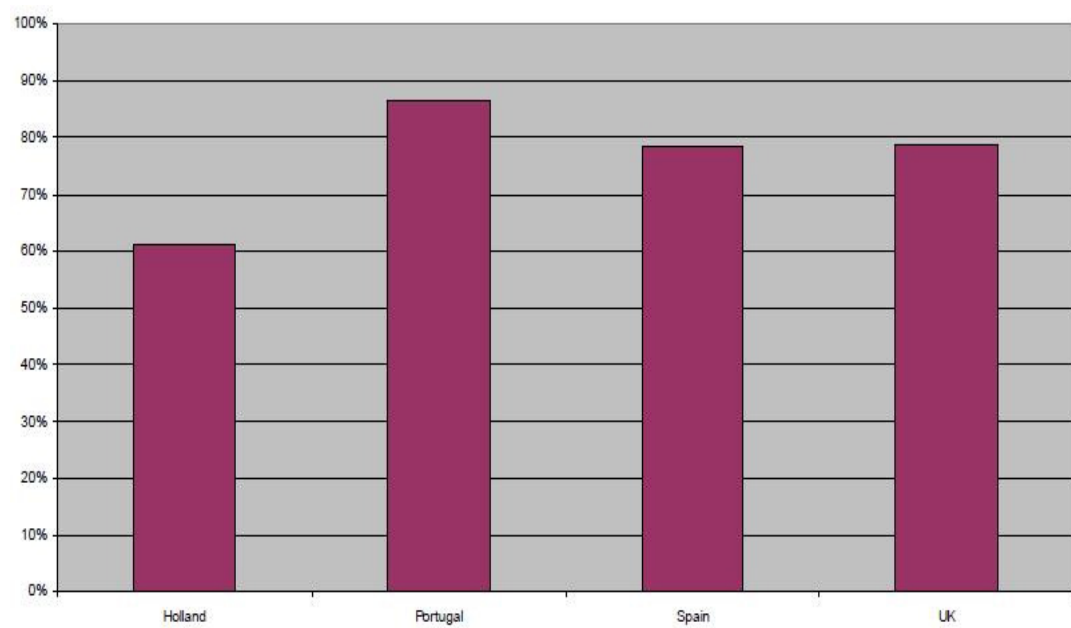
- Quantos euros você acredita ser possível poupar por ano não desperdiçando energia?



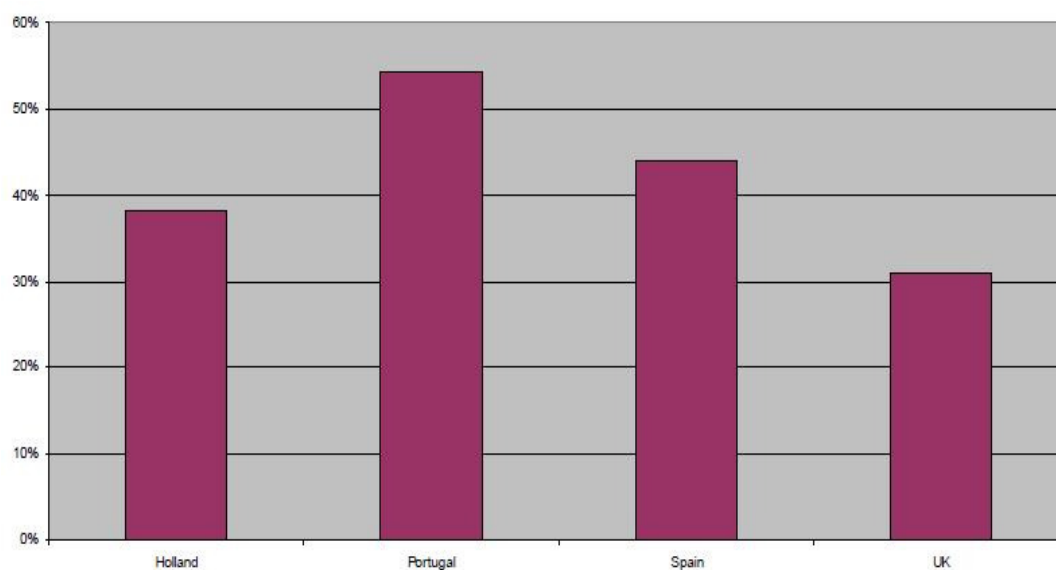
- Já ouviu falar de medidores inteligentes?



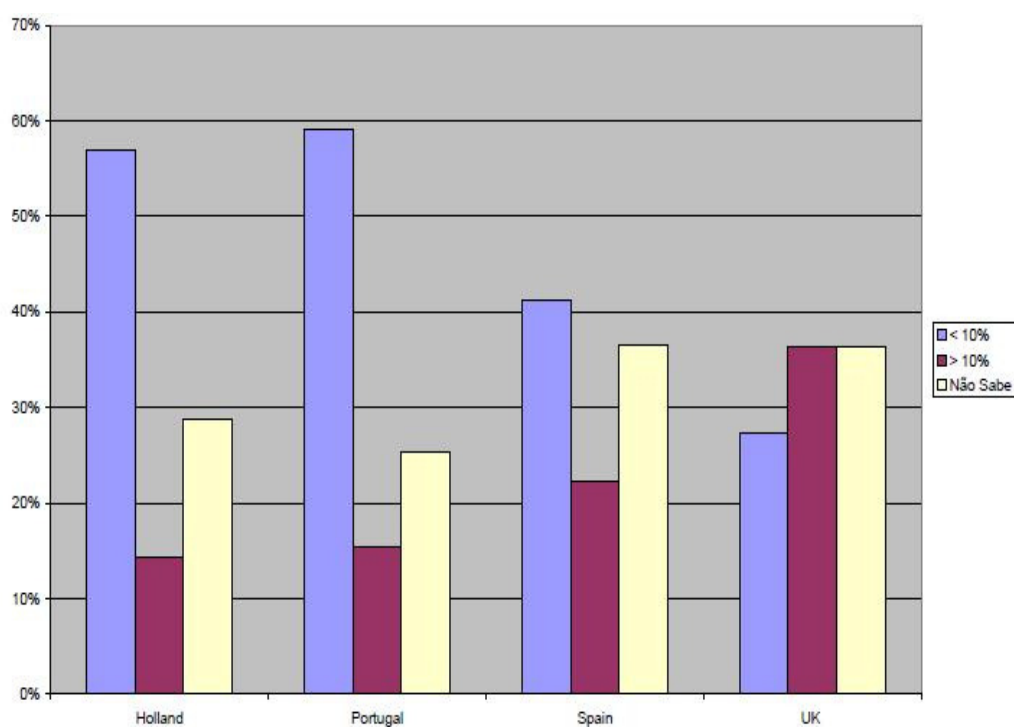
- Você gostaria de ter um medidor inteligente em casa?



- O custo do medidor poderia ser um obstáculo para a sua instalação?



- Em quantos porcentos você acha que é possível reduzir os seus gastos com energia com a instalação dos medidores inteligentes?



## ANEXO IV – Portaria 440 Criação do Grupo de Estudos:



**Ministério de Minas e Energia  
Gabinete do Ministro**

**PORTARIA Nº 440, DE 15 DE ABRIL DE 2010.**

**O MINISTRO DE ESTADO DE MINAS E ENERGIA**, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso IV, da Constituição, resolve:

Art. 1º Criar Grupo de Trabalho com o objetivo de analisar e identificar ações necessárias para subsidiar o estabelecimento de políticas públicas para a implantação de um Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente - “*Smart Grid*”, abordando, principalmente, os seguintes aspectos:

- I - o estado da arte de programas do tipo “*Smart Grid*”, no Brasil e em outros países;
- II - proposta de adequação das regulamentações e das normas gerais dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica;
- III - identificação de fontes de recursos para financiamento e incentivos à produção de equipamentos no País; e
- IV – regulamentação de novas possibilidades de atuação de acessantes no mercado, o que inclui a possibilidade de usuários operarem tanto como geradores de energia (geração distribuída) quanto consumidores.

Art. 2º O Grupo de Trabalho será composto por representantes do Ministério de Minas e Energia - MME, da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS.

§ 1º O MME será representado por servidores da Secretaria de Energia Elétrica, da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético e da Assessoria Econômica.

§ 2º Os membros do Grupo de Trabalho serão indicados pelos Titulares dos Órgãos e Entidades participantes, cabendo à coordenação do referido Grupo ao representante da Secretaria de Energia Elétrica.

Art. 3º Na condução das suas atividades, o Grupo de Trabalho poderá convidar representantes de outros Órgãos e Entidades que, por terem atuação em áreas afins, possam oferecer contribuições às questões inerentes às atividades a serem desenvolvidas.

Parágrafo único. Eventuais despesas com diárias e passagens dos membros efetivos do Grupo de Trabalho correrão à conta dos Órgãos e Entidades que representam.

Art. 4º O Grupo de Trabalho terá o prazo de até cento e oitenta dias, a contar da publicação desta Portaria, para a conclusão das suas atividades e de até mais trinta dias para apresentação de relatório técnico contemplando os estudos, as análises e as propostas de medidas a serem adotadas.

Parágrafo único. O apoio administrativo necessário ao Grupo de Trabalho será de responsabilidade da Secretaria de Energia Elétrica.

Art. 5º Esta Portaria entra em vigor na data da sua publicação.

**MÁRCIO PEREIRA ZIMMERMANN**

